PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 9. | 1. Februar 1902. Redaktionsschluss für No. 10 am 5. Februar 1902. | 3. Jahrgang.

INHALT.

Originalmitteilungen:
R. R. Ramsey, Die Wirkung von Schwere und Druck auf die elektrolytischen Vorgänge. S. 177.
E. Riecke, Zur Bewegung eines elektrischen Teilchens im elektromagnetischen Felde. S. 182.
C. Forch, Die Änderung des Molekularvolums gelöster Salze mit der Temperatur. S. 183.
N. Zuntz, Der Mensch als kalorische Maschine und der zweite Hauptsatz. S. 184.
P. Czermak, Über Elektrizitätszerstreuung bei Föhn. S. 185.
F. Kurlbaum, Über eine einfache Methode, die Temperatur leuchtender Flammen zu bestimmen. S. 187.
Vorträge und Diskussionen von der 73. Naturforscherversammlung zu Hamburg:
J. Billitzer, Referat über die Vorträge der Abteilung 4 (Chemie einschliesslich Elektrochemie). S. 188.
H. Haga, Über den Klinkerfuesschen Versuch. S. 191.
J. Elster, Luftelektrische Messungen auf Capri und Spitzbergen. S. 194.
A. Hesekiel, Über neue Photographien in natürlichen Farben. S. 194.
P. Bachmetjew, Über die Überkaltung der Flüssigkeiten. S. 195.
Besprechungen:
Eders Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik. S. 196.
Chemische Zeitschrift. S. 196.
J. Hann, Lehrbuch der Meteorologie. S. 197.
Personalien. S. 200.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Die Wirkung von Schwere und Druck auf die elektrolytischen Vorgänge.

Von Rolla R. Ramsey.[1])

Wenn ein elektrischer Strom durch eine Zersetzungszelle geschickt wird, so löst sich die Anode auf und das Metall schlägt sich auf der Kathode nieder. Wenn diese Zelle in Röhrenform mit den Elektroden an den beiden Enden angefertigt und so aufgestellt ist, dass sie sich um eine horizontale Achse aus der horizontalen in die vertikale Lage drehen kann, so lässt uns das Gesetz von der Erhaltung der Energie einen grösseren Kraftverbrauch erwarten für den Fall, dass der Strom aufwärts durch die Röhre geht, als wenn die Röhre um 90^0 gedreht ist, so dass der Strom in einer horizontalen fliesst. Die Differenz im Betrage an verbrauchter Energie in der Zeiteinheit wird in diesen beiden Fällen

$$m g h$$

sein, worin m die in der Zeiteinheit übertragene Menge Metall, g die Stärke der Schwere und h der Abstand der beiden Elektroden ist.

Wenn die Stromstärke auf einem konstanten Wert von 1 C. G. S.-Einheit gehalten wird, so ist der Unterschied in den Potentialen in diesen beiden Fällen

$$E = m g h,$$

worin m das zehnfache elektrochemische Äquivalent des Kations ist. Obige Gleichung kann also auch geschrieben werden

$$E = Kat\, g\, q\, h,$$

worin Kat das Äquivalentgewicht des Kations und q das zehnfache elektrochemische Äquivalent des Wasserstoffgases ist. Wie zuerst Hittorf[1]) zeigte, haben wir, wenn die Kationen sich mit einer ganz bestimmten Geschwindigkeit in Richtung des Stromes, die Anionen dagegen entgegengesetzt bewegen, und wenn das Geschwindigkeitsverhältnis durch die Wanderungskonstante n ausgedrückt wird:

$$E = [Kat\,(1 - n) - n\, An]\, g\, q\, h$$

oder

$$E = [Kat - N\,(Kat - An)]\, g\, q\, h,$$

worin An das Äquivalentgewicht des Anions ist.

Weil nun E als eine Gegen-E. M. K. angesehen werden kann, so müsste beim Kurzschliessen des Voltameters ein schwacher Strom durch ein empfindliches Galvanometer angezeigt werden.

Geschichtliches.

Die Wirkung der Schwerkraft. Maxwell gebührt der Ruhm, zuerst gezeigt zu haben, dass solch eine elektromotorische Kraft vorhanden sein müsse.[2]) Im Jahre 1878 veröffentlichte Maxwell in der „Nature"[3]) einen Brief von F. J. Pirani an ihn selbst geschrieben, in welchem Pirani feststellt, dass er solche elektromotorische Kraft gefunden habe. Im gleichen Bande der „Nature"[4]) behauptet R. Colley (Moskau), er habe Ergebnisse veröffentlicht[5]), welche die Thatsache feststellten, dass solche E. M. K. existiere, und dass er ebenfalls deren Grösse berechnet und seine Ergebnisse durch Experimente sicher gestellt habe.

Gore hat eine bedeutsame Untersuchung

1) Ausführlich in Physic. Rev. **13**, 1, 1900.

1) Pogg. Ann. **98**, 5.
2) Maxwell, **1**, 317; 1. Aufl.
3) Nature, **17**, 180.
4) Nature, **17**, 282.
5) St. Petersburger Phys. Chem. Journ. 1876; Pogg. Ann. **157**, 370 u. 628; Phil. Mag. s. 5. **1**, 419.

angestellt, welche mehr oder weniger auf diese Frage Bezug hat. In einem Artikel mit dem Titel: „Beziehung der E. M. K. der Voltasäule zum Druck,[1])" beschrieb er eine lange Reihe von Experimenten.

Dr. Gores zweiter Artikel hat ein grösseres Interesse wegen seiner Irrtümer denn wegen seiner Resultate. Der Artikel ist betitelt: „Einfluss der Nähe der Substanzen auf die Vorgänge in der Volta-Säule".[2]) Bei seinen Experimenten wendete er 72 Bleistücke im Gewichte von 8,271 Pfund als influenzierende Masse an.

In einem Artikel mit dem Titel: „Unpolarisierbare elektrische Zellen unter dem Einfluss der Centrifugalkraft" giebt Th. Des Coudres[3]) die Ergebnisse, welche er mit zwei Kadmium-Elementen erhielt, die um eine vertikale Achse gedreht werden konnten.

Des Coudres hat also die direkte Wirkung der Schwerkraft auf die Ionen[4]) gemessen. Bei seinen Untersuchungen brauchte er eine Glasröhre mit Kadmium-Amalgam-Elektroden.

Die Wirkung des Druckes. H. Wild[5]) hat eine Untersuchung ausgeführt über das Schwanken der E. M. K. zwischen Metallen und Flüssigkeiten. Er kam zu dem Schluss, dass die E. M. K. zwischen amalgamiertem Zink und Zinksulfat bei Steigern des Druckes um zwei Dritteile einer Atmosphäre nur um den Betrag von $\frac{1}{10000}$ Daniell schwankt. Bichat und Blondlot[6]) haben eine geringe Zunahme der E. M. K. bemerkt, wenn Platin-Kupfer- und Platin-Silber-Paare, in Elektrolyte getaucht, dem Drucke unterworfen wurden. Die Veränderung der E. M. K. verschieden gestalteter Zellen unter Einfluss des Druckes hat weiterhin Henri Gilbault[7]) genau studiert.

Wirkung der Schwere.

Apparate und Arbeitsmethoden. Die Untersuchung, die jetzt beschrieben werden soll, wurde mit Zink- und Kadmiumsulfat ausgeführt, den beiden wichtigsten und sehr oft von den Physikern angewendeten Elektrolyten. Das Voltameter war so aufgebaut, dass es mit den Enden um eine horizontale Achse in dem Raume für konstante Temperatur des physikalischen Laboratoriums rotieren konnte. Dies ist ein kleiner Innenraum, umgeben von Backsteinmauern und mit Doppelthüren verschlossen. Das Voltameter wurde gedreht mittels einer Messingstange, welche als Rotationsachse diente und die durch ein kleines Loch der Mauer in den Beobachtungsraum ging, wo sie auf einem Ziegelsteinpfeiler auflag. Die Länge dieser Stange war ungefähr sechs Fuss engl. Der Pfeiler, welcher sich ins andere Stockwerk erstreckte, diente auch als Träger für eine Klammer, an welcher das Galvanometer aufgehängt war. Das benutzte Galvanometer hatte einen Widerstand von 733 Ohm und erreichte die Empfindlichkeit von 2×10^{-10} Volt bei einer Schwingungsdauer von 18 Sct. Die Verbindungsdrähte waren aus isoliertem Kupfer, alle Verbindungen waren hergestellt durch Klemmschrauben, Quecksilber oder Lot. Zum Schutze gegen einen möglichen Kontakt der Drähte beim Drehen des Voltameters ging einer derselben von der Zelle durch eine Gummiröhre. Kommutatoren aus Quecksilber und Stromschlüssel waren eingeschaltet, um sowohl den Strom umkehren, als auch das Voltameter aus dem Kreise des Galvanometers ausschliessen zu können, während dessen Empfindlichkeit gemessen wurde. Das Voltameter wurde in Serie geschaltet mit einem Galvanometer und einem Widerstandskasten. Aus Rücksicht auf die geringe Grösse des Effektes wurde die Multiplikationsmethode angewendet. Bei dieser Methode wird die E. M. K. des Schliessungsbogens im Einklang, Übereinstimmung mit den Schwingungen der Galvanometernadel umgekehrt, bis ein Endmaximum der Ablenkung erreicht ist, welches Maximum abhängig ist von der E. M. K. und dem Dämpfungsfaktor des Galvanometers.

Der Dämpfungsfaktor wurde berechnet aus dem beobachteten Werte des logarithmischen Dekrements λ, aber es zeigte sich, dass bessere Bestimmungen desselben erhalten werden konnten durch Einschalten eines Stromwenders in den Stromkreis, Umkehrung einer bekannten E. M. K. im Einklang mit dem Schwingen der Nadel. Dieser Dämpfungsfaktor änderte sich mit der Empfindlichkeit des Galvanometers. Eine Anzahl Ergebnisse bei verschiedener Empfindlichkeit wurde gefunden, und aus den Beobachtungen wurde eine Kurve konstruiert mit der Galvanometer-Empfindlichkeit als Abszissen und dem Dämpfungsfaktor als Ordinaten. Die in den späteren Berechnungen gebrauchten Dämpfungsfaktoren sind von der Kurve abgelesen.

Verschiedene Formen der Voltameter wurden versucht, aber alle hatten ihre Fehler und genügten nicht in Bezug auf die Ungleichheit der Elektroden, Wirbelströme im Elektrolyten und ähnliche Umstände, bis die Voltameter in nachstehend beschriebener Form hergestellt wurden.

Voltameter Nr. V, das beschrieben werden mag als Beispiel aller später angefertigten, war

1) Phil. Mag. **35**, 97.
2) Phil. Mag. **43**, 440.
3) Wied. Ann. **49**, 254.
4) Wied. Ann. **57**, 232.
5) Pogg. Ann. **125**, 119.
6) J. de Phys. **2**, 503.
7) Lum. El. **42**, 7, 63, 175, 220; C. R. **113**, 465; Electrician **27**, 711.

hergestellt aus einer Glasröhre von etwa 1 cm lichter Weite.

Die Amalgam-Elektroden waren so gewonnen, dass zunächst das Amalgam in den Enden kurzer Röhrenstücke verdichtet wurde, die dann an die lange Röhre, welche den Körper des Voltameters bildete, angeschmolzen wurden. Seitenröhren mit Glashähnen wurden je eine an den beiden Enden angeschmolzen. Einige spätere Röhren hatten nur einen Glashahn, in den der Elektrolyt durch eine kleine Kapillarröhre hineinfloss. Das Amalgam war gemacht nach der von Kahle[1]) gegebenen Vorschrift.

Folgende Tabelle giebt die Resultate für eine zehnprozentige Zinksulfatlösung:

Dat.	Röhre	Länge	Widerstand in d. Röhre	Widerstand i. Kasten	Galvanom. Empfindlichkeit	Dämpfungsfaktor	E per Skalenteil	Max. Ablenkung An	A_0	beobachtete E	E per cm Höhe	E ber.
Dez. 8	VI	143,7 cm	4353	1000	$2{,}1\times10^{-10}$	0,21	$1{,}26\times10^{-6}$	34,5 cm	7,42	$9{,}36\times10^{-6}$	$-6{,}5\times10^{-8}$	$-2{,}4\times10^{-8}$
„ 11	VIb	144,01 „	4360	2000	2,08	0,51	1,45	18,5 „	3,88	5,62	−3,9	
„ 27	VIII	144 „	9500	0	1,5	0,23	1,54	9,5 „	2,19	3,37	−2,34	
„ 27	„	144 „	„	0	1,5	0,23	1,52	12,41 „	2,86	4,34	−3,02	
„ 29	„	144 „	„	0	2,1	0,21	2,14	11,16 „	2,33	5,00	−3,45	
Jan. 2	„	144 „	„	1000	3,57	0,158	4,05	7,5 „	1,11	4,5	−3,13	

Es muss beachtet werden, dass die Werte für Röhre VIII geringer sind als die mit den vorhergehenden Röhren erhaltenen, ebenso, dass die Werte für Röhre VIII wuchsen, je länger sie benutzt wurde. Röhre VIII war hergestellt mit besonderer Vorsicht, die Elektroden ganz fest in dem Ende der Röhre zu erhalten. Der Metallbeschlag war gleich nach der Fertigstellung ein vollkommener, aber er verschwand mit dem Alter.

Im folgenden ist die theoretische Berechnung der E. M. K. per Centimeter Höhe gegeben. Der Wert der gleichmässigen Wanderung, der in dieser Berechnung angewendet ist, wurde durch Interpolieren aus den drei für Zinksulfat gegebenen Werten gewonnen, welche in einer Tabelle von elektrochemischen Eigenschaften wässriger Lösungen von T. C. Fitzpatrick[2]) gegeben sind. Der gebrauchte Wert ist $n = 0{,}715$ für die zehnprozentige Lösung.

In der Formel

$$E = [Kat - n\,(Kat + An)]\; g\,q\,h$$

verzeichnen wir für Zinksulfat folgende Werte:

$Kat = \frac{1}{2}(65) = 32{,}5$ (Äquivalentgewicht des Zn)
$An = \frac{1}{2}(96) = 48$ (Äquivalentgewicht von SO_4)
$g = 980$
$q = 0{,}0001035$ (ein Zehntel des elektrochem. Äquivalents von H)
$h = 1$ cm
$n = 0{,}715$.

1) Wied. Ann. **51**, 203.
2) Siehe Whethams Solution and Electrolysis p. 215—283.

Die besondere Lösung für E ist also

$$E_1 = [32.5 - 0{,}715 \times 80.5]\; 980 \times 0{,}0001035$$
$$= [32.5 - 57.7] \times 0{,}0001013$$
$$E_1 = -2{,}53 \text{ C. G. S.}$$
$$E_1 = -2{,}53 \times 10^{-8} \text{ Volt.}$$

Hiervon muss man die Korrektur für den Auftrieb der Flüssigkeit abziehen, nämlich

$$e = D\,[Kat\,V - n\,V'\,(Kat + An)]\; g\,q\,h,$$

worin

D = Dichte des Elektrolyten
V = spez. Volumen der Kathode
V' = „ „ des Lösungssalzes

ist; setzt man

$$D = 1{,}1$$
$$V = \frac{1}{7}$$
$$V' = \frac{1}{10}$$

so erhalten wir

$$e = 1.1\left[\frac{32.5}{7} - n\,\frac{80.5}{10}\right] g\,q\,h$$
$$e = 0{,}124 \times 10^{-8} \text{ Volt.}$$
$$E = E_1 - e$$
$$E = -2{,}4 \times 10^{-8} \text{ Volt.}$$

Das Zeichen — zeigt an, dass der Strom nach oben durch die Röhre floss, der Schwerkraft entgegen. Dies will indessen auf den ersten Blick als unvereinbar mit dem Gesetz von der Erhaltung der Kraft erscheinen. Es muss beachtet werden, dass, wenn 32.5 g Zn mit dem Strome befördert werden, 57,7 g SO_4 sich in entgegengesetzter Richtung bewegen. Die E. M. K. entspringt dem Überschuss der Masse SO_4 über die Menge Zn. Diese E. M. K. wird fortdauern, bis die E. M. K., die aus dem Unterschied in der Konzentration entspringt, gross genug ist, ihr das Gegengewicht zu halten. Im Falle der Betrag der Diffussion genügend gross ist, um eine merkliche Verschiedenheit in der Konzentration hervorzubringen, muss die Quelle der Energie in der bei der Auflösung absorbierten Wärme liegen.

Mit Kadmiumsulfat sind die Ergebnisse bedeutend besser übereinstimmend, als mit Zinksulfat. Die Voltameter waren nach dem gleichen Muster gebaut wie beim Zink. Das Kadmium war hergestellt nach der von Jaeger und Wachsmuth[1]) gegebenen Vorschrift.

1) Wied. Ann. **59**, 575.

Die Resultate für 10% Kadmiumsulfat sind in folgender Tabelle gegeben:

Dat.	Röhre	Länge	Widerstand		Galvanom. Empfindlichkeit	Dämpfungsfaktor	E per Skalenteil	Max. Ablenkung An	A_0	Eh	$E.$ per cm Höhe
			in der Röhre	im Kasten							
Jan. 3	Cd No. I	128 cm	11240	0	$4,8 \times 10^{-10}$	0,127	$5,82 \times 10^{-6}$	2,5	0,317	$1,85 \times 10^{-6}$	$-1,44 \times 10^{-8}$
„ 7	„	„	„	0	3,3	0,163	3,96	3,51	0,556	2,20	—1,72
„ 16	„ No. II	130 „	11300	0	3,06	0,17	3,68	4	0,680	2,51	—1,92
„ 19	„	„	„	0	2,27	0,202	2,76	4,5	0,910	2,51	—1,92
										Mittel:	—1,75

Die Wanderungsgeschwindigkeit für Kadmiumsulfat scheint nirgends experimentell bestimmt worden zu sein. Die Konstante, irgend einer E. M. K. entsprechend, mag jedoch aus folgender Gleichung bestimmt werden

$$E = \{[Kat - n(Kat + An)] - D[Kat\, V - n V' (Kat + An)]\} g q h,$$

worin folgende Werte eingesetzt werden

$$Kat = 55{,}7$$
$$An = 48$$
$$D = 1.08$$
$$V = \frac{1}{9{,}39}$$
$$V = \frac{1}{8{,}4}$$

Wir haben dann

$$E = 5{,}02 - 9{,}17\, n \times 10^{-8} \text{ Volt.}$$

Aufgelöst auf n haben wir

$$n = \frac{(E + 5{,}02)}{9{,}17}$$

Wenn $E = -1{,}75$ ist $n = 0{,}738$.

Bei einer nahezu gesättigten Lösung von Kadmiumsulfat ist die E. M. K. positiv, oder der Strom fliesst in der Röhre von oben nach unten. Folgende Tabelle giebt die Resultate für eine 46%ige Lösung (46 g $Cd\,So_4$ in 56 g Wasser gelöst).

Dat.	Röhre	Länge	Widerstand		Galvanom. Empfindlichkeit	Dämpfungsfaktor.	E per Skalenteil	Max. Ablenkung An	A_0	$E h$	E per cm Höhe
			in der Röhre	im Kasten							
Jan. 29	Cd No. 11	130 cm	7560	1000	$6,04 \times 10^{-10}$	0,11	$5,48 \times 10^{-6}$	9,4 mm	1,36	$7,5 \times 10^{-5}$	$5,77 \times 10^{-8}$ Volt
„ 29	„	„ „	„	0	4,3	0,138	3,47	11,4 „	1,59	5,5	4,25
„ 29	„	„ „	„	10000	4,28	0,137	8,1	5,6 „	0,77	6,25	4,8
Febr. 1	„	„ „	„	0	4,74	0,127	3,85	11 „	1,40	5,36	4,12
										Mittel	4,78

Die Berechnung giebt folgende Gleichung für E:

$$E = 4{,}95 - 8{,}67\, n \times 10^{-8} \text{ Volt}$$

für $E = 4{,}78$, $\quad n = 0{,}02$.

Die Bedeutung des kleinen Wertes für n ist, dass sich die Anionen mit ganz geringer Geschwindigkeit in dem Strome entgegengesetzter Richtung bewegen. In konzentrierter Lösung haben beide Ionen die Neigung, sich an dem tiefer liegenden Ende der Röhre festzusetzen und eine Verschiedenheit der Konzentration herbeizuführen.

Wirkung des Druckes.

Apparate und Methoden. Die Wirkung des Druckes in verschiedenen Zellen wurde dadurch bestimmt, dass man zwei Zellen, deren E.M.K. nahezu gleich war, gegeneinander schaltete und die Veränderung im Unterschied der Voltangabe mass, wenn die eine Zelle einem Drucke unterworfen wurde. Bei der ersten Methode war die Zelle in H-Form angefertigt aus einer dickwandigen Glasröhre mit geringer Weite. Diese Zelle, ein Kadmiumelement, war zusammengesetzt nach den von Jaeger und Wachsmuth[1]) gegebenen Vorschriften. Die Elektroden waren angeordnet mit einem Brei von Quecksilbersulfat über dem Quecksilber und Kadmiumsulfat-Krystallen über dem Amalgam. Ein Arm der Röhre war zugeschmolzen, während der andere, längere, als Öffnung diente, durch welche die Kadmiumsulfatlösung mittels einer Kapillarröhre eingeführt werden konnte. Mit grosser Geduld und Sorgfalt wurde dann die Röhre gänzlich mit der Flüssigkeit angefüllt. Eine lange Kapillarröhre wurde dann angeschmolzen, welche die Zelle mit dem Piezometer verband. Druck wurde durch eine Kompressionspumpe erzeugt. Die beiden Zellen waren nebeneinander in einem Holzblock aufgestellt und durch einen Widerstandskasten mit dem Galvanometer verbunden.

Die Veränderungen in der E. M. K wurden bestimmt aus der Ablenkung und Empfindlichkeit des Galvanometers und dem Gesamtwiderstande im Stromkreis. Da die Wandstärke der Glasröhre den verwendeten Druck einschränkte, wurden die Zellen so gestaltet, dass sie in einem Piezometer mit 2,5 cm innerem Durchmesser angebracht werden konnten. Die Zellen waren

1) Wied. Ann. 59, 575.

in einer modifizierten H-Form hergestellt, bei welcher das Querstück weggelassen und die beiden senkrechten Röhren aneinander geschmolzen wurden. Dies geschah, wenn man an der Seite einer jeden Röhre eine kleine Kugel herausblies, dann eine Öffnung in diese Kugel machte und an diesen Öffnungen sie zusammenschmolz. Die Elektroden waren in die Enden gelegt und Brei und Krystalle über ihnen. Zunächst wurden nun die Zellen oberhalb der Verbindungsstelle erhitzt und die zwei Röhren zu Kapillaren ausgezogen. Die Zelle wurde nun gefüllt und die Kapillaren an der engsten Stelle abgebrochen. Dann wurden sie in das Piezometer gebracht, welches mit Cerosin gefüllt war. So ist der Druck im Innern der Röhre der gleiche wie aussen, und eine mögliche Lösung des Cerosins in dem Elektrolyten wird vermieden durch die kleine Kontaktstelle in den Kapillaren. Die elektrische Verbindung wurde herbeigeführt durch zwei isolierte Leiter, die durch den Deckel des Piezometers gingen. Um Irrtümer zu vermeiden, die einem Wechsel der Temperatur zuzuschreiben wären, wurde das Piezometer in ein grosses Wasserbad eingetaucht und die Vergleichszelle in ein Cerosinbad, welches ebenfalls in das Wasserbad eintauchte. Dieses Wasserbad war von einem Luftmantel und dieser von einem Mantel aus Sägespänen umgeben. Der Deckel war von Baumwollabfall. Auf diese Weise konnte die Temperatur des Bades, welche ungefähr diejenige des Raumes war, während einer abgeschlossenen Beobachtungsreihe konstant gehalten werden. Auf keinen Fall konnte eine Temperaturschwankung mittels eines in Zehntelgrade geteilten Thermometers festgestellt werden.

Anstatt das Schwanken der E. M. K. durch Galvanometer-Ausschlag zu bestimmen, wurde die Elektrometermethode angewendet. Je kleiner der Unterschied in der E. M. K. der beiden Zellen ist, um so weniger wird durch das Schwanken der E. M. K. in der Batterie ein Irrtum herbeigeführt.

Mittels dieser Methode wurde die Änderung der E. M. K. einer Kadmiumzelle durch Druck bis zu 300 Atmosphären bestimmt. Sie wurde als geradlinig befunden. In einer Clarkzelle, hergestellt nach den von Kahle[1]) gegebenen Vorschriften, ist die Änderung auch linear, aber es ist nötig, die Zelle nach jeder Druckzunahme fünf Minuten stehen zu lassen, um die E. M. K. als Konstante zu erhalten. Dies mag erklärt werden können durch die Annahme, dass die Änderung der E. M. K. zu irgend einer Zeit herrührt von der Übereinanderlagerung zweier Schwankungen, einer positiven, die von dem Drucke, und einer negativen, die von dem durch den Druck verursachten Steigen der Temperatur herrührt.

1) Wied. Ann. **51**, 203.

Nach etwa fünf Minuten gewinnt die Zelle ihre ursprüngliche Temperatur wieder und das Anwachsen der E. M. K. ist dasjenige, welches nur von dem Drucke herrührt. In einer Carhart-Clarkzelle, hergestellt in H-Form mit Zinkamalgam aber sonst gemäss den von Carhart[1]) gegebenen Vorschriften, ist die Zeitverzögerung noch ausgesprochener als in der Clarkzelle. In der 1-Volt-Calomelzelle, hergestellt in der H-Form, aber sonst gemäss Carhart[2]), steigt die Kurve schnell für die ersten 25 Atmosphären, biegt dann ab und erreicht ein geringes, geradliniges Wachsen bei 100 Atmosphären. Die gesättigte Calomelzelle, ebenso hergestellt wie die Zink-Calomelzelle, nur dass die Zinklösung gesättigt ist, giebt eine gleiche Art Kurve wie die 1-Volt-Calomelzelle. Das erste Anwachsen ist nicht so gross und der geradlinige Teil der Kurve ist etwas steiler als wie bei der 1-Volt-Calomelzelle. Die E. M. K. dieser Zelle war 0,856 Volt. In der Kupfersulfatzelle war die Veränderung ganz gering und erfolgt in negativer Richtung. Diese Zelle war in H-Form mit Zinkamalgam und Kupfer, an einem Platindraht befestigt, als Elektroden. Das Zinkamalgam war mit Zinksulfatbrei bedeckt und die Kupfer-Elektrode war umgeben von einer gesättigten Kupfersulfatlösung, die noch einen Überschuss an Krystallen hatte. Nachdem ein Diaphragma von Löschpapier über der Kupfersulfatlösung angebracht war, wurde die Zelle gefüllt mit einer konzentrierten Zinksulfatlösung. Die E. M. K. dieser Zelle war 1,078 Volt. Die Zeitverzögerung war sehr gross; es dauerte 15 Minuten, bis ein konstanter Wert erhalten wurde. Dies machte die Beobachtungen langsam und unsicher. Die Chlorsilberzelle gemäss Carharts[3]) Vorschriften hergestellt, ausser dass Zinkamalgam an Stelle von Zink benutzt wurde, gab eine Kurve, welche nahezu geradlinig ist, jedoch langsam nach rechts abbiegt. Das in dieser Zelle verwendete Chlorsilber war frisch gefüllt und um einen Silberdraht gelegt. Dieselbe Zelle mit einer alten Chlorsilberelektrode, welche seit 20 oder mehr Jahren in dem Laboratorium vorhanden und ganz schwarz geworden war, gab ein äusserst rapides Steigen der E. M. K. für die ersten 25 Atmosphären, nahm dann aber ab.

Ein Vergleich der Druckwirkung in den verschiedenen untersuchten Zellen ist in einer Zusammenstellung der Beobachtungen in folgender Tabelle gegeben.

Die E. M. K. der Zellen wurde bestimmt durch einen Vergleich mit Kadmium- und Clarkzelle

1) Carhart, Primary Batteries, 60.
2) Am. J. Soc. **46**, 60, 1893.
3) Carhart, Primary Batteries, 60.

Veränderungen durch Druck gegeben in Volt $\times 10^{-6}$ per Atmosphäre.

	E.M.K. der Zelle	Temperatur	Wachsen d. E.M.K. bis 100 Atmosph.	Wachsen im Mittel von 100—300 Atmosphären
Kadmium (1. Methode)	1,019	20,4°	6,02	
Kadmium (2. Methode)	1,019	19°	7,6	7,6
Clark	1,440	16,6°	11,6	11,6
Carhart-Clark	1,443	16,3°	13,1	13,1
1 Volt-Calomel	0,996	15°	3,0	0,98
Gesättigte Calomel	0,805	17°	2,8	1,63
Kupfersulfat	1,078	17°	—1,0 (?)	—1,0 (?)
AgCl (weiss)	1,076	18°	25,7	15,0
AgCl (schwarz)	1,164	15,6°	—	—13

unter Zugrundelegen der E. M. K.- und Temperatur-Koeffizienten, wie sie von der Reichsanstalt gegeben sind. (Siehe obenstehende Tabelle.)

Diese Untersuchung wurde ausgeführt an der Cornell-Universität unter Leitung des Herrn Professor E. L. Nichols.

(Aus dem Englischen übersetzt von H. Karsleys.)

(Eingegangen 16. November 1901.)

Zur Bewegung eines elektrischen Teilchens im elektromagnetischen Felde.

Von Eduard Riecke.

Die Gleichungen für die Bewegung eines elektrischen Teilchens in einem elektromagnetischen Felde lassen sich noch in einem Falle lösen, der ein gewisses Interesse besitzt mit Bezug auf Versuche, die ich schon vor einem Jahre angestellt habe, von deren Berechnung und Veröffentlichung ich aber durch eine andere dringende Arbeit seither verhindert worden bin.

Es sei eine drahtförmige Kathode gegeben, deren Länge wir als unbegrenzt betrachten wollen. Die Flächen konstanten elektrostatischen Potentiales seien Cylinder, welche mit der Oberfläche der Kathode konzentrisch sind. Das Magnetfeld sei ein konstantes, die Kraftlinien parallel der Cylinderachse, die Intensität C. Die Achse der Kathode machen wir zu der z-Achse eines rechtwinkligen Koordinatensystems. In der zu der z-Achse senkrechten xy-Ebene führen wir Polarkoordinaten ein durch die Gleichungen:

$$x = r \cos\varphi\,, \qquad r = r \sin\varphi\,.$$

Der Halbmesser des von der Kathode gebildeten Cylinders sei a, der Wert des elektrostatischen Potentiales an der Oberfläche der Kathode u_a. Wir untersuchen die Bewegung eines von der Kathode ausgehenden negativ elektrischen Teilchens von der ponderablen Masse μ und der elektrischen Ladung $-\varepsilon$. In rechtwinkligen Koordinaten sind die Differentialgleichungen der Bewegung:

$$\mu \frac{d^2x}{dt^2} = \varepsilon \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\varepsilon}{v} c \frac{dy}{dt}\,,$$

$$\mu \frac{d^2y}{dt^2} = \varepsilon \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\varepsilon}{v} c \frac{dx}{dt}\,,$$

$$\mu \frac{d^2z}{dt^2} = 0.$$

Das Integral der lebendigen Kraft ist:

$$\frac{\mu}{2}\left\{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2\right\} = \varepsilon\,(u - u_a)\,,$$

das Integral des Flächensatzes:

$$\mu\left\{y\frac{dx}{dt} - x\frac{dy}{dt}\right\} = \frac{\varepsilon}{2v} c\,(a^2 - r^2)\,.$$

Zur Zeit $t = 0$ befindet sich das Teilchen an der Oberfläche der Kathode und besitzt keine Anfangsgeschwindigkeit. Führen wir Polarkoordinaten ein, so ergiebt sich:

$$\frac{\mu}{2}\left\{\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2\right\} = \varepsilon\,(u - u_a)\,,$$

$$\mu r^2 \frac{d\varphi}{dt} = \frac{\varepsilon}{2v} c\,(r^2 - a^2)\,.$$

Hieraus:

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{\varepsilon}{2v\mu} c\left(1 - \frac{a^2}{r^2}\right),$$

$$r\frac{d\varphi}{dt} = \frac{\varepsilon}{2v\mu} c\left(r - \frac{a^2}{r}\right).$$

$$\frac{dr}{dt} = \sqrt{2\frac{\varepsilon}{\mu}(u - u_a) - \frac{\varepsilon^2}{4v^2\mu^2} c^2\left(r - \frac{a^2}{r}\right)^2}\,,$$

$$\frac{r\,d\varphi}{dr} = \frac{\dfrac{\varepsilon}{2v\mu} c\left(r - \dfrac{a^2}{r}\right)}{\sqrt{2\dfrac{\varepsilon}{\mu}(u - u_a) - \dfrac{\varepsilon^2}{4v^2\mu^2} c^2\left(r - \dfrac{a^2}{r}\right)^2}}\,.$$

Wenn das Teilchen sich von der Kathode so weit entfernt hat, dass

$$r - \frac{a^2}{r} = \frac{2v}{c}\sqrt{2\frac{\mu}{\varepsilon}(u - u_a)}$$

wird, so verschwindet die radiale Geschwindigkeit $\frac{dr}{dt}$, und das Teilchen bewegt sich in einem

Kreise, dessen Ebene auf der Achse der Kathode senkrecht steht, dessen Mittelpunkt in dieser Achse liegt. Die Bahn des Teilchens besteht in einer Spirale, die sich asymptotisch jenem Kreise nähert. Der Halbmesser des Grenzkreises ist um so kleiner, je grösser die Intensität des magnetischen Feldes ist. Es liegt nahe, dieses Resultat mit der Kontraktion des Dunkelraumes im Magnetfelde in Beziehung zu setzen.

(Eingegangen 1. Januar 1902.)

Die Änderung des Molekularvolums gelöster Salze mit der Temperatur.

Von Carl Forch.

Enthält ein Liter einer Lösung vom spezifischen Gewicht $s_t\,0/4^0$ $A \cdot m$ Gramm eines Salzes, dessen Äquivalentgewicht gleich A ist, und bedeutet Q_t das spezifische Gewicht des Wassers bei der Temperatur t^0, so ist das „Molekularvolum" φ — d. h. das Volum eines Grammmolekels bezw. bei Salzen zweiwertiger Säuren die Hälfte dieses Volums — des gelösten Salzes in bekannter Weise definiert durch die Beziehung:

$$\varphi_t = \frac{A}{Q_t} - 1000\,\frac{s_t - Q_t}{m\,Q_t}.$$

Bezeichnet $d\,Q$ bezw. $d\,s$ die Änderung der spezifischen Gewichte für 1^0, so erhält man den Temperaturkoeffizienten von φ_t

$$d\varphi = \left(\frac{1000\,s}{m} - A\right)\frac{d\,Q}{Q^2} + 1000 \cdot \frac{s - Q}{Q\,m^2}\,dm - \frac{1000}{m\,Q}\,ds,$$

wenn dm die Änderung der Konzentration mit der Temperatur bedeutet, die gleich ist dem negativen Werte des Volumausdehnungskoeffizienten der Lösung.

Nachstehend sind aus der Litteratur für einige Salzlösungen die „Molekularvolumina" bezw. deren Temperaturkoeffizienten berechnet. Unter Φ ist das Volum einer Grammmolekel des festen Körpers hinzugefügt.

m	$\varphi 18$	$d\varphi 0^0$	$d\varphi 10^0$	$d\varphi 20^0$	$d\varphi 30^0$	$d\varphi 40^0$
		$\frac{1}{2}\,Ca\,Cl_2\;\Phi = 25$ [1].				
5,15	13,3	0,082	0,068	0,051	0,033	0,026
3,58	13,7	0,094	0,082	0,058	0,045	0,026
2,08	13,5	0,138	0,092	0,057	0,033	0,015
0,79	12,1	0,210	0,107	0,039	−0,003	−0,023
		$\frac{1}{2}\,Mg\,Cl_2\;\Phi = 22$ [2].				
4,22	10,5	0,074	0,048	0,029	0,012	0,001
1,42	7,8	0,165	0,096	0,049	0,012	−0,015

Man erkennt, dass der Temperaturkoeffizient von φ sehr rasch mit wachsender Temperatur abnimmt, entsprechend der Thatsache, dass die Volumausdehnung einer Salzlösung bei höheren Temperaturen geringer ist, als die des Wassers.

		$\varphi\,16^0$	$\varphi\,20^0$	$d\varphi\,(10^0-20^0)$	Φ
$m =$ 2	KJ [3])	46,11	47,62	0,15	54
"	KBr [3])	37,93	39,07	0,11	44
"	NH_4Cl [3])	37,2	37,9	0,07	35
"	NH_4NO_3 [3])	46,8	48,0	0,12	46
"	$NaNO_3$ [3])	30,0	31,5	0,15	38
"	HNO_3 [3])	26,7	27,9	0,12	40
"	$\frac{1}{2}\,ZnSO_4$ [3])	1,88	2,87	0,10	23
"	$\frac{1}{2}\,CuSO_4$ [3])	4,63	5,57	0,09	22
"	KOH [3])	7,6	8,7	0,11	27
		$\varphi\,6^0$	$\varphi\,18^0$	$d\varphi\,(6^0-18^0)$	Φ
$m =$ 5	$\frac{1}{2}\,H_2SO_4$ [4])	17,6	18,5	0,08	27
1	"	15,5	17,0	0,12	
0,1	"	12,0	14,0	0,17	
0,01	"	7,7	9,3	0,13	
		$\varphi\,6{,}3^0$	$\varphi\,18^0$		
$m =$ 5	$\frac{1}{2}\,MgSO_4$ [4])	6,0	6,6	0,05	23
1	"	0,9	1,7	0,07	
0,1	"	−2,4	−1,2	0,10	
0,01	"	−3,9	−2,6	0,11	
		$\varphi\,5{,}5^0$	$\varphi\,18^0$		
$m =$ 5	Essigsäure [4])	51,0	52,1	0,10	57
1	"	50,2	51,3	0,10	
0,1	"	49,9	51,1	0.10	
0,01	"	49,7	50,9	0,10	
		$\varphi\,6^0$	$\varphi\,18^0$		
$m =$ 1	Zucker [4])	209,9	211,5	0.13	215
0,1	"	208	209,9	0,16	
0,01	"	207,6	209,6	0,16	

Es ergiebt sich aus dieser Übersicht, dass der Temperaturkoeffizient von φ so gut wie völlig unabhängig ist von der Grösse des Molekularvolums selbst, dass er vielmehr für gleiche Molekülzahl und dasselbe Temperaturintervall fast unabhängig vom gelösten Stoffe und für Werte von φ innerhalb der Grenzen $+210$ bis -3 genähert gleichgross bei allen in Wasser gelösten Körpern ist. Eine merkliche Abhängigkeit von dem Dissoziationsgrade lässt sich an den gegebenen Zahlen nicht wahrnehmen. Selbst bei den Salzen, für welche φ sich dem Werte von Φ ziemlich nähert — $NH_4\,Cl$, KJ und KBr —, ist der Temperaturkoeffizient von φ und Φ wesentlich verschieden, denn im festen Zustande beträgt die Volumänderung für einen Grad Temperaturzunahme nur etwa ein Zehntel von der im gelösten Zustande.[6]) Der „Temperaturkoeffizient des Molekularvolums" erscheint mithin vielmehr durch das Lösungsmittel als durch die Eigenschaften des gelösten Körpers bedingt.

1) Bremer, Rec. trav. chim. des Pays-Bas **7**, 268, 1888; nach Beibl. **13**, 362, 1889.

2) Bremer, Arch. néerland. (2), **6**, 455, 1901. Es sei bei dieser Gelegenheit darauf hingewiesen, dass die l. c. angegebenen Konzentrationen teilweise bis zu 0.5 Proz. zu klein sind, da die beim Mischen von Salzlösung und Wasser auftretende Volumkontraktion gelegentlich der Herstellung der mit B, C und D bezeichneten Lösungen nicht berücksichtigt ist.

3) Forch, Wied. Ann. **55**, 100, 1895.

4) F. Kohlrausch, Wied. Ann. **56**, 199, 1895.

5) G. Th. Gerlach, Spezifische Gewichte der Salzlösungen. Freiberg 1859, S. 97.

6) Fizeau, C. R. **64**, 314, 1867.

Darmstadt, Physikal. Institut der Techn. Hochschule.

(Eingegangen 10. Januar 1902.)

Der Mensch als kalorische Maschine und der zweite Hauptsatz.

Bemerkungen zu dem gleichnamigen Artikel von K. Schreber dieser Zeitschrift (3, 107, 1901).

Von N. Zuntz (Berlin).

Schreber erörtert die Frage, ob das Wärmegefälle zwischen dem Inneren unseres Körpers und der Umgebung ausreichend sei, um den menschlichen Körper als kalorische Maschine ansehen zu können. Er legt seiner Rechnung das Temperaturgefälle zwischen Körperinnerem und umgebender Luft zu Grunde, für welche letztere er den willkürlichen Wert von 17^0 C. einsetzt, um alsbald zu erkennen, dass infolge unserer Bekleidung die an die Haut angrenzende Luftschicht viel höher temperiert ist, und er also nur mit einem Wärmegefälle von 2 bis 6^0 C. rechnen darf. Wo bleibt aber dies Wärmegefälle beim indischen Kuli, der bei einer die Körperwärme übersteigenden Lufttemperatur schwerste Arbeit leistet, dabei die Überhitzung seines Körpers nur durch Verdunstung gewaltiger Wassermassen auf Haut- und Lungenoberfläche verhütend; wo bleibt es beim gegen reissende Ströme anschwimmenden Fisch, dessen Körperwärme so wenig die des umgebenden Wassers überragt, dass es bisher nicht mit Sicherheit gelungen ist, die Grösse der Differenz festzustellen? —

Die Temperaturdifferenz zwischen Körperoberfläche und Umgebung kann aber für die Erklärung der Muskelarbeit überhaupt nicht in Betracht gezogen werden. Man begeht dabei einen ähnlichen Fehler, wie wenn man das Temperaturgefälle in der kalorischen Maschine aus der Wärmedifferenz zwischen dem Kühlwasser derselben und der äusseren Luft bestimmen wollte. Jede Muskelfaser ist eine Maschine für sich; aus dem Zusammenhang des Körpers herausgeschnitten, fährt sie fort, Arbeit zu leisten, indem sie in ihr angehäufte brennbare Stoffe in derselben Weise zersetzt, wie vorher als sie sich noch im Zusammenhange mit dem Gesamtkörper befand und für den Verbrauch stetig Ersatz aus dem Blute empfing. —

Durch gleichzeitige Messung der auf Reizung vom ausgeschnittenen Muskel geleisteten Arbeit und seiner Erwärmung, wozu nach dem Vorgange von Helmholtz[1]) die Methoden durch Heidenhain[2]), Fick[3]), Magnus Blix[4]) und Bürkner[1]) ausgearbeitet sind, hat man den mechanischen Nutzwert der im thätigen Muskel umgesetzten chemischen Energie zu 20 bis 40 Proz. ermittelt.

Einen Wert gleicher Ordnung haben die von mir und einer Reihe von Mitarbeitern ausgeführten Untersuchungen ergeben, welche den einer bestimmten Arbeit entsprechenden Zuwachs des Stoffverbrauchs im menschlichen oder tierischen Körper aus der gleichzeitigen Steigerung des Sauerstoffverbrauchs und der Kohlensäureausscheidung bestimmten. Wir fanden gleichmässig bei Mensch, Pferd und Hund, dass 31 bis 34 Proz. des Mehr an chemischer Energie, welches bei der Arbeit frei wurde, als nutzbarer mechanischer Effekt auftrat. Wir ermittelten gleichzeitig die Vergrösserung der Arbeit des Herzens und der Atemmuskulatur, welche während der Arbeit stattfindet. Dieselbe ist derart, dass sie etwa 6 bis 7 Proz. des ganzen Mehrverbrauches in Anspruch nimmt.[2]) Berücksichtigen wir dies, so erkennen wir, dass die äussere Arbeit leistenden Muskeln 39 bis 40 Proz. der in ihnen umgesetzten Energie mechanisch verwerten. —

Das von Schreber gesuchte Wärmegefälle müsste dem Gesagten zufolge zwischen der einzelnen kontraktilen Faser und ihrer Umgebung, welche aus lauter gleichbeschaffenen Fasern besteht, gesucht werden. Es liegt auf der Hand, dass hier in Betracht kommende Temperaturdifferenzen nicht existieren können.

Schreber betrachtet nicht, wie wir, nur die während der Arbeit mehr zersetzte Nährsubstanz, sondern die ganze im Laufe des Tages umgesetzte als Kraftquelle für die äussere Arbeit. Er nimmt an, in unserem Körper sei eine Art Akkumulator vorhanden, welcher die in der Ruhe durch die Umsetzungen erzeugte Energie aufspeichere und bei Bedarf zur Arbeit verwende. Auch dieser Gedanke ist nicht neu. Erhebliche Energieaufspeicherung kann aber in unserem Körper nicht stattfinden, das beweisen die kalorimetrischen Versuche von Rubner, sowie die von Atwater und Benedict am ruhenden Menschen. Diese Versuche, deren Fehlergrösse 1 Proz. des Wertes nicht übersteigt, zeigen, dass bei Hunden und Menschen die in der Ruhe abgegebene Wärme der vollen Verbrennungswärme der gleichzeitig umgesetzten Nährstoffe gleichkommt, eine Speicherung von Energie also nicht in nennenswertem Masse stattfindet. Den Gegen-

1) Helmholtz, H., Über die Wärmeentwicklung bei der Muskelaktion. Müllers Arch. f. Anat. u. Physiol. 1848, S. 144.

2) Heidenhain, Rud., Mechanische Leistung, Wärmeentwicklung und Stoffumsatz bei der Muskelthätigkeit. Leipzig 1864.

3) Fick, Ad., Myothermische Untersuchungen aus den Laboratorien zu Zürich und Würzburg. Wiesbaden 1889.

4) Fick, Ad., Myothermische Untersuchungen aus den Laboratorien zu Zürich und Würzburg. Wiesbaden 1889.

1) Pflügers Archiv Bd. 80, S. 533; Bd. 81, S. 399.

2) Schreber schätzt die Tagesarbeit des menschlichen Herzens zu $3 \cdot 10^3$ mkg, mir ist niemals eine ähnliche Schätzung in der Fachlitteratur begegnet. Meine eigenen Messungen an Pferden und Hunden führten zur Schätzung der Arbeit des menschlichen Herzens auf:

$2 \cdot 10^4$ mkg bei absoluter Körperruhe,
$3 \cdot 10^4$ „ „ mittlerer Arbeit.

beweis liefern Versuche von Atwater und Benedict, in welchen dieselben ihren Versuchsmenschen im Kalorimeter tagsüber schwer arbeiten liessen, wobei die ganze mechanische Arbeit im Innern des Apparates durch Reibung in Wärme übergeführt wurde. Auch während der Arbeit entsprach die wirklich abgegebene Wärme der aus dem Gaswechsel berechneten Verbrennungswärme der umgesetzten Nährstoffe. —

Könnten wir einen Teil der Energie der in Ruhe umgesetzten Stoffe bei späterer Arbeit verwerten, so müsste längere Bettruhe unsere Arbeitsfähigkeit erhöhen. Bekanntlich ist das Gegenteil wahr. Derjenige, welcher täglich energisch arbeitet, ist viel höherer Leistungen fähig als der untrainierte. Offenbar bedeutet der Stoffwechsel des ruhenden Körpers kein nutzlos brennendes Feuer. Was wir in der Ruhe an chemischer Energie umsetzen, brauchen wir für die stetig sich vollziehende Arbeit des Herzens, der Atemmuskulatur, des Verdauungsapparates, für die Bewegung der kontraktilen Zellen in unserem Körper, für die chemische und osmotische Arbeit unserer Drüsen, endlich für die Erhaltung unserer konstanten Eigenwärme.

Wir können uns schliesslich fragen, wie gross müsste das Temperaturgefälle im Muskel sein, wenn er bei 40 Proz. Nutzwert des umgesetzten Materials als kalorische Maschine arbeitend gedacht wird. Da die niedrigste Temperatur 37° C. beträgt giebt die Gleichung

$$\frac{x-37}{x+273}\cdot 100 = 40\,,$$

$$x = \underline{244^0}\ \text{C.}$$

Bedenken wir, dass das im Muskel entstehende Molekül CO_2, wenn es die ganze bei dem Prozess $C + O_2 = CO_2$ entstehende Wärme in sich für einen Moment enthielte, eine Temperatur von 10000° C. haben würde (Pflüger) so widerlegt unser $x = 244^0$ C. keineswegs die Möglichkeit, dass der Muskel als kalorische Maschine arbeite.

Engelmann[1]) hat eine Theorie der Muskelarbeit entwickelt und bis zu einem gewissen Grade experimentell gestützt, welche den Muskel als eine Art kalorischer Maschine auffasst, in welcher die Temperaturänderung die Länge und Spannung kleinster elastischer Teilchen verändert. E. Pflüger[2]) und A. Fick[3]) vertreten die Ansicht, dass bei der Muskelarbeit die chemischen Anziehungskräfte im Sinne des Muskelzuges geordnet, unmittelbar mechanisch zur Wirkung kommen. Bernstein[4]) endlich zeigte noch einen anderen Weg, auf welchem die chemischen Prozesse im Muskel zu mechanischer Arbeit verwertet werden könnten, ohne erst die ungeordnete Bewegungsform der Wärme anzunehmen. Änderung der Oberflächenspannung zwischen den ausserordentlich dünnen, den Muskel zusammensetzenden Fibrillen und der Flüssigkeit, welche dieselben umgiebt, kann mechanische Wirkungen von der Art und Grösse, wie wir sie am Muskel wahrnehmen, bewirken.

Ich konnte hier, um nicht allzuviel Raum zu beanspruchen, nur auf einen Teil der für die von Herrn Schreber angestellten Betrachtungen wichtigen physiologischen Arbeiten und Theorien hinweisen.

(Eingegangen 13. Januar 1902.)

1) Th. W. Engelmann, Über den Ursprung der Muskelkraft. Leipzig, Engelmann 1893.

2) E. Pflüger, Sein Arch. **10**, 329, 344 u. 641.

3) A. Fick, Bemerkungen zu Engelmanns Abhandlungen. Pflügers Arch. **53**, 606 und **54**, 313.

4) Bernstein, Pflügers Arch. **85**, 271; Naturwissenschaftliche Rundschau 1901, No. 33—35.

Über Elektrizitätszerstreuung bei Föhn.

Von Paul Czermak.[1])

Beim Studium der Arbeiten von Linss[2]), Elster und Geitel[3]) sowie Ebert[4]) über die Elektrizitätszerstreuung der atmosphärischen Luft, fielen mir sofort drei Merkmale auf, welche beim Föhn eine wesentlich grössere Ionisierung der Luft erwarten liessen, als bei gewöhnlichen atmosphärischen Verhältnissen. Alle bisherigen Beobachtungen ergaben die kleinsten Zerstreuungskoeffizienten bei nebliger oder nahe an der Kondensation liegender Luft, während die grössten Werte bei klarem, tiefblauem Himmel und auffallend deutlicher Fernsicht erhalten wurden, wie Elster und Geitel in der citierten Arbeit S. 432 sagen. Dadurch ist aber eines der charakteristischen Merkmale der Föhnluft gekennzeichnet. Gerade für diese so auffallende Erscheinung der sogenannten „Föhnaussicht", welche sich schon deutlich beim ersten Einstellen der Föhnlage zu erkennen giebt, fehlte es bisher an einer befriedigenden physikalischen Erklärung.

Ferner zeigen die Messungen von Ebert bei Ballonfahrten in der auffälligsten Weise eine grosse Zunahme der Zerstreuungskoeffizienten mit der Höhe. Da nun die Föhnluft aus grösseren Höhen in verhältnismässig kurzer Zeit zu uns herabkommt, so ist schon deshalb ziemlich sicher ein grösserer Ionengehalt zu erwarten.

Ein dritter Fingerzeig liegt in den Beobachtungen von P. Lenard[5]) welcher fand, dass

1) Teilweise im Anzeiger der Wiener Akademie.

2) „Über einige die Wolken- und Luftelektrizität betreffende Probleme." Meteorolog. Ztschr. **4**, 345, 1887.

3) „Über Elektrizitätszerstreuung in der Luft". Ann. der Phys. **2**, 425, 1900.

4) „Über Elektrizitätszerstreuung in grösseren Höhen". Ann. der Phys. **5**, 718, 1901.

5) „Über die Wirkung des ultravioletten Lichtes auf gasförmige Körper". Ann. der Phys. **1**, 486, 1900.

Luft durch die Wirkung des ultravioletten Lichtes nicht nur zur Bildung von Nebelkernen veranlasst wird, sondern dass auch eine starke Ozonisierung eintritt. Nachdem nun die Ionisierung der Luft wohl der ultravioletten und violetten Sonnenstrahlung zuzuschreiben ist, so wird auch eine vermehrte Ozonbildung gleichzeitig vor sich gehen. Vielen Personen, darunter auch mir selbst, ist nun beim Föhn schon seit langem oft ein auffallender Geruch bemerkbar. Er erinnert schwach an Phosphor oder frische Metallflächen oder etwas Ozon; er wird als Frühjahrsgeruch bei eintretendem Tauwetter bezeichnet.

Da hier in Innsbruck sehr gute Gelegenheit sich bietet, diese Voraussetzungen zu prüfen, so wollte ich schon längst einige Zerstreuungsmessungen ausführen. Aber erst Ende November v. J. kam ich durch die Freundlichkeit des Professor Dr. F. Exner in die Lage, einen diesbezüglichen Apparat leihweise zu erhalten, wofür ich demselben hier meinen besten Dank abstatte.

Den ganzen Monat Dezember konnte ich nun Messungen ausführen und trat nach 14 normalen Tagen ein typischer Föhntag auf. Dann musste ich die Messungen abbrechen und stud. phil. v. Preu setzte dieselben an mehreren Föhntagen, die in der letzten Dezemberwoche auftraten, fort.

Die erwartete Erscheinung zeigte sich sehr auffällig. Bedeuten $E_{-,+}$ so wie bei Ebert, die bei negativer resp. positiver Ladung am Zerstreuungskörper in der Zeiteinheit (15 Minuten) neutralisierte Elektrizitätsmenge und $a_{-,+}$ die durch Division durch $15 \times 0,4343\ (1 - n)$ erhaltenen Zerstreuungskoeffizienten, wo n das das Verhältnis der Kapazitäten von Elektrometer zu Elektrometer + Zerstreuungskörper vorstellt, ferner ist q das Verhältnis von a_- zu a_+, so sind die Ergebnisse dieser vorläufigen Messungen folgende:

Durch diese kurze Messungsreihe ist vorläufig sicher gestellt, dass der Ionengehalt an Föhntagen das Vier- bis Zehnfache des an gewöhnlichen Tagen gemessenen beträgt. Es scheint auch die negative Zerstreuung grösser, was auf die Erhaltung des Charakters der Höhenluft schliessen lässt. Der höchste Wert trat an einem Tage auf, als der Föhn sehr heftig und bereits den dritten Tag hindurch geweht hatte. Wieviel die an Föhntagen viel stärkere Sonnenstrahlung zur Ionisierung beiträgt, ist noch nicht sicher anzugeben, doch steigen die Werte meist am Nachmittage.

In der Folge[1]) sollen solche Messungen in ausgedehnterem Masse, verbunden mit Messungen des Potentialgefälles, durch längere Zeit fortgesetzt werden. Es ist nämlich auch wahrscheinlich, dass bei länger anhaltenden anticyklonalem Wetter höherer Ionengehalt vorhanden ist, wie es auch die über dem Bodennebel sichtbare Transparenz der Bergansicht an solchen Tagen anzeigt.

Durch diesen Zustand der Föhnluft wäre aber auch ein meteorologisches Element gefunden, welches einer Prüfung von physiologischer Seite wert wäre. Die Änderungen aller anderen meteorologischen Faktoren sind solche, dass man von keinem einen besonderen Einfluss auf das vegetative Befinden von Lebewesen erschliessen könnte. Die rasche Erhöhung der Elektrizitätszerstreuung muss aber mit einer Schwankung des normalen Luftpotentiales verbunden sein, der höhere Ionengehalt und die vermehrte Ozonisierung sind Momente, welche wohl geeignet sind subjektive Sensationen im lebenden Organismus auszulösen. Es ist sogar vielleicht nicht zu gewagt, die Symptome, welche

1) Einer Zuschrift des Herrn Geheimrates v. Bezold verdanke ich die Mitteilung, dass derselbe bereits am 17. September 1900 den Wunsch nach solchen Messungen in Innsbruck ausgesprochen hat, wovon ich aber erst jetzt Kenntnis erhielt.

Messungen an Tage:

	ohne Föhn					mit Föhn				
	E_-	E_+	a_-	a_+	q	E_-	E_+	a_-	a_+	q
	2,92	2,03	1,12	0,78	1,44	9,46	11,37	2,84	3,41	0,85
	2,51	2,66	0,96	1,02	0,94	10,06	7,31	3,85	2,80	1,37
	2,44	3,44	0,93	1,32	0,70	12,09	12,16	3,63	3,65	1,00
	2,35	2,63	0,71	0,80	0,86	11,19	8,94	3,36	2,68	1,26
	5,29	3,94	1,59	1,18	1,34	9,50	11,36	2,85	3,41	0,84
	5,31	7,73	1,59	2,32	0,68	13,67	11,23	4,10	3,37	1,22
	1,23	3,19	0,37	0,96	0,38	8,34	10,31	3,19	3,95	0,81
	5,20	3,85	1,56	1,16	1,34	8,05	5,42	2,81	1.88	1,48
	5,85	5,59	1,76	1,68	1,05	12,87	17,68	4,48	6,16	0,73
	2,70	3,33	0,81	1,00	0,81	7,99	7,61	3,06	2,92	1,05
	2,70	3,71	0,81	1,11	0,73	7,78	7,75	2,98	2,97	1,00
	3,21	3,22	0,96	0,97	1,00	14,32	10,20	5,48	3,91	1,41
	4,24	4,03	1,27	1,21	1,10	11,14	6,36	3,34	1,91	1,75
	3,98	3,66	1,51	1,40	1.08	8,80	6,18	2,64	1,85	1,43
	4,51	4,85	1,58	1,69	0,93	13,50	9,47	4,05	2,84	1,43
	4,33	6,26	1,30	1,88	0,69	8,71	8,69	2,61	2,61	1,00
	4,76	6,77	1,43	2,03	0,70	18,93	10,64	5.68	3,19	1,78
	5,33	6,89	1,60	2,07	0,77	15,08	11,81	4,53	3,54	1,28
	3,20	3,23	0,96	0,97	1,00	28,14	27,09	8,47	8,13	1,04
Mittel:	3,80	4,80	1,20	1,34	0,92	12,09	10,66	3,89	3,43	1,20

die Föhnkranken zeigen, mit jenen der Bergkranken in eine Parallele zu bringen. Mattigkeit, Schwindel, Kopfschmerz, Herzklopfen und Schlaflosigkeit bilden auch einen Teil der Beschwerden der von Bergkrankheit Befallenen und wenn hier auch noch andere Momente eine wesentliche Rolle mitspielen, so sollte doch beim Studium dieser Krankheit der Einfluss der höheren Ionisierung und Ozonisierung der Höhenluft nicht ausser acht gelassen werden. Da sich diese Symptome auch bei anhaltendem anticyklonalem Wetter einstellen, so ist die Vermutung eines höheren Ionengehaltes umsomehr gerechtfertigt. Der Aufenthalt in mit Radium oder Polonium stark ionisierten Luftkammern, könnte bei für Föhn- oder Bergkrankheit besonders sensiblen Personen vielleicht zu erfolgreichen Versuchen führen.

Innsbruck im Januar 1902.

(Eingegangen 15. Januar 1902.)

Über eine einfache Methode, die Temperatur leuchtender Flammen zu bestimmen.

Von F. Kurlbaum.

In neuester Zeit sind die optischen Methoden für die Temperaturmessungen sehr in den Vordergrund getreten, wie sich u. a. durch die Konstruktion dreier verschiedener optischer Pyrometer kundgiebt.[1])

Diese Methoden setzen voraus, dass die Strahlung eine reine Temperaturstrahlung ist; und dass der betrachtete Körper das theoretisch mögliche maximale Emissionsvermögen besitzt, also schwarz ist. Für manche Methoden genügt es, wenn der betreffende Körper ein Emissionsvermögen besitzt, welches für jede Wellenlänge dem Emissionsvermögen des schwarzen Körpers proportional ist, d. h. wenn es ein grauer Körper ist. Treffen diese Voraussetzungen nicht zu, so können in der Temperaturbestimmung mehr oder weniger grosse Fehler gemacht werden.

Es darf als ausgemacht gelten, dass die Licht aussendenden Bestandteile der zur Beleuchtung benutzten Flammen feste Kohlenstoffpartikelchen sind. Wären diese in genügender Menge in der Flamme vorhanden, so würde die Flamme angenähert wie ein schwarzer Körper der gleichen Temperatur leuchten. Die Flamme würde undurchsichtig, und ihre Temperatur leicht bestimmbar sein.

1) L. Holborn und F. Kurlbaum, Über ein optisches Pyrometer. Berl. Akad. Ber. **30**, 712—719, 1901. O. Lummer, Ein neues Interferenz- Photo- und Pyrometer. Verh. der Deutsch. Physik. Ges. 131—147, 1901. H. Wanner, Über einen Apparat zur photometrischen Messung hoher Temperaturen. Diese Zeitschr. **3**, 112—114, 1901.

Dass Russ in genügend dicker Schicht schwarz ist, ist allerdings nur für Russ bei niedrigerer Temperatur erwiesen, als er in der Flamme besitzt. Da aber Flammen nur ein höchst geringes Reflexionsvermögen, z. B. Sonnenlicht gegenüber, besitzen, so darf angenommen werden, dass die Kohlenstoffpartikelchen auch bei Flammentemperatur in genügend dicker Schicht schwarz sind. In dünnen Schichten ist Russ bekanntlich durchlässig und selektiv, dünne Schichten, z. B. auf Porzellan, erscheinen rot, d. h. er ist für rotes Licht durchlässiger, als für die kürzeren sichtbaren Wellenlängen, noch durchlässiger ist er für längere Wärmewellen.[1]) Es ist also bekannt, dass sein Absorptionsvermögen in dünnen Schichten im allgemeinen mit kürzeren Wellen zunimmt. Neu dagegen dürfte sein, dass diese selektiven Eigenschaften des Russes für bestimmte Temperaturen innerhalb bestimmter Spektralgebiete stärker entwickelt sind, als bei vielen undurchsichtigen Körpern, z. B. bei blankem Platin.

In folgendem möchte ich zeigen, dass einzelne der bisherigen Methoden zur Bestimmung von Flammentemperaturen aus diesem Grunde zu hohe Werte ergeben müssen, indem ich eine einfache und ziemlich genaue Methode benutze.

Ein schwarzer Körper sei auf eine bestimmte Temperatur gebracht und leuchte für ein beobachtendes Auge mit einer gewissen Helligkeit. Wird nun zwischen Auge und schwarzen Körper eine Flamme geschoben, so wird im allgemeinen die scheinbare Helligkeit des Körpers geändert. Hat die Flamme eine höhere Temperatur, so erscheint der Körper heller, hat sie eine tiefere Temperatur, so erscheint die Helligkeit geringer. Nur wenn der Körper und die Flamme die gleiche Temperatur besitzen, so bleibt die Helligkeit des Körpers ungeändert. Man braucht also nur die Temperatur des Körpers so lange zu variieren, bis die Helligkeit bei vorgeschobener Flamme die gleiche bleibt. Diese Methode ist einerseits durch die klassischen Betrachtungen Kirchhoffs über Emission und Absorption, andererseits durch die experimentellen Untersuchungen Rossettis[2]) über Flammen nahegelegt. Ferner wird sie durch die selektiven Eigenschaften des Russes nicht beeinflusst.

Für diese Methode ist das oben citierte optische Pyrometer von Holborn und mir sehr geeignet. Dasselbe besteht aus einer Objektivlinse, welche das Bild des Körpers, dessen Temperatur gemessen werden soll, an einer Stelle entwirft, wo sich der Kohlebügel einer 4-Voltlampe befindet. Kohlebügel und Bild

1) F. Kurlbaum. Änderung der Emission und Absorption von Platinschwarz und Russ mit zunehmender Schichtdicke. Wied. Ann. **67**, 846—858, 1899.

2) F. Rossetti, Sur les pouvoirs absorbant et émissif des flammes et sur la température de l'arc voltaique. Ann. de chim. et de phys. **18**, 457—495, 1879.

werden durch ein Okular und ein rotes Glas betrachtet, und der Lampenstrom wird so einreguliert, dass der Kohlebügel auf der leuchtenden Fläche wegen seiner gleichen Helligkeit verschwindet. Am gleichzeitig eingeschalteten Ampèremeter wird direkt die Temperatur des schwarzen Körpers abgelesen, da das Ampèremeter mit Hilfe eines schwarzen Körpers von bekannter Temperatur geaicht ist.

Es sei darauf aufmerksam gemacht, dass in der geschilderten Situation die Helligkeit des Bildes einer vor den Körper geschobenen Flamme nicht von dem Abstand von der Objektivlinse oder von der Schärfe des Bildes abhängt. Die Versuche ergaben, dass die Helligkeit des schwarzen Körpers durch eine davor gestellte Kerze nicht geändert wurde, wenn seine Temperatur ungefähr 1430° C. betrug. Dies ist demnach die Temperatur der Kerze, welche allerdings erheblichen Schwankungen unterworfen ist, da an der gleichen Kerze die Temperaturen 1439, 22, 28, 25, 48, 26, im Mittel also 1431° C. gefunden wurde.

Die Herren Lummer und Pringsheim finden, dass die Kerzentemperatur wahrscheinlich zwischen den Grenzen 1687 und 1477° C. oder 1960 und 1750° abs. Temp. liegt.[1])

Die Temperaturgrenzen waren aus der Lage des Maximums der bolometrisch gefundenen Energiekurve erschlossen, für den Fall, dass die Kohle Strahlungseigenschaften besitze, welche zwischen denen des Platins und des schwarzen Körpers liegen. Wie man sieht, gehört der Kohlenstoff in so dünnen Schichten, wie er sich in den gewöhnlichen Kerzen befindet, nicht zu dieser Gruppe von Körpern. Das Maximum ist wegen der selektiven Eigenschaften nach den kurzen Wellen verschoben, und die Temperatur erscheint deshalb höher.

In neuester Zeit hat in gleicher Weise, wie die Herren Lummer und Pringsheim, Herr G. W. Stewart die wahrscheinlichen Temperaturgrenzen für die Acetylenflamme bestimmt.[1]) Er findet für eine cylindrische Flamme 2890 bis 2560° C., für eine flache Flamme 3000 bis 2650° C. Diese Temperaturen dürften viel zu hoch sein.

1) Verh. der Deutsch. Physik. Ges. 1901, 36—46.

Ich möchte auch an dieser Stelle hervorheben, dass es ein ausserordentlicher Vorteil des benutzten Pyrometers ist, dasselbe für derartige Zwecke als Photometer benutzen zu können und statt der mit hohen Potenzen der Temperatur anwachsenden photometrischen Helligkeit, die mit der Stromstärke ungefähr linear ansteigende Temperatur selbst einführen zu können. Gleichzeitig sind damit die für einfache Methoden unbequemen sehr intensiven Lichtschwächungen vermieden, welche z. B. durch rotierende Sektoren oder durch Absorptionsplatten oder Nicols bewirkt werden müssen.

Die von mir benutzte Methode darf nur angewendet werden, wenn erwiesen ist, dass die leuchtenden Kohlepartikelchen der Flamme nicht von irgend welchen Gasen umgeben sind, welche in dem benutzten Spektralgebiet eine unkontrollierbare Absorption ausüben. Wollte man z. B. dieselbe Methode bolometrisch für die Gesamtstrahlung der Flammen anwenden, so könnte die Absorption der in der Flamme befindlichen Verbrennungsprodukte eine erhebliche Fehlerquelle bilden.

Durch die vorhergehenden Erörterungen glaube ich erwiesen zu haben, dass man aus der Intensitätskurve der Flamme nicht direkt die Temperatur der Flamme berechnen kann, wohl aber kann man umgekehrt, nachdem die Temperatur der Flamme auf andere Weise bestimmt ist, aus der Intensitätskurve die selektiven Eigenschaften der Kohlenstoffpartikelchen für verschiedene Wellenlängen entnehmen, indem man diese Kurve mit derjenigen des schwarzen Körpers von gleicher Temperatur vergleicht.

1) The distribution of energy in the spectrum of the acetylene flame; Physical review **13**, 257—282, 1901.

(Eingegangen 22. Januar 1902.)

VORTRÄGE UND DISKUSSIONEN VON DER 73. NATURFORSCHERVERSAMMLUNG ZU HAMBURG.

J. Billitzer, Referat über die Vorträge der Abteilung 4 (Chemie einschliesslich Elektrochemie).

Von den Vorträgen der Abteilung für Chemie waren für Physiker von Interesse:

Erdmann (Berlin): Über gelbes Arsen. Beobachtungen, welche auf die Existenz einer zweiten Modifikation des Arsens deuten, die sich von der wohlbekannten metallisch-glänzenden, hexagonal-rhomboedrischen Form durch metalloide Natur und gelbe Farbe unterscheidet, reichen bis in die Zeit Berzelius' zurück. Es wurden aber auch viele widersprechende Meinungen geäussert, so dass die Frage noch offen geblieben war, bis Vortragender die zweite Modifikation dargestellt hat. Die Widersprüche finden in der fast

beispiellosen Lichtempfindlichkeit der neuen Modifikation und in ihrer Unbeständigkeit eine Erklärung.

Verfasser gewinnt das gelbe Arsen durch Vergasen gewöhnlichen Arsens in einem Aluminiumrohre unter langsamem Kohlensäurestrome, plötzliches Abkühlen der Dämpfe und Verdichten des nun umgewandelten Arsens unter Schwefelkohlenstoff, in welchem es eine etwa 5prozentige Lösung liefert. Aus dieser Lösung scheidet sich, wie Vortragender demonstriert, das gelbe Arsen bei der Temperatur der flüssigen Luft aus, färbt sich aber am Licht bald dunkel; vor Belichtung geschützt, ist es aber bei dieser Temperatur unbegrenzt haltbar, bei der Temperatur des Kohlensäure-Äther-Kältegemisches bleibt es längere Zeit unverändert; bei gewöhnlicher Temperatur verwandelt es sich aber selbst bei peinlichem Lichtabschluss rasch in gewöhnliches Arsen zurück. Diese Lichtempfindlichkeit besitzt die Lösung in Schwefelkohlenstoff nicht. Redner weist auf eine eventuelle Verwendung in der Photographie hin.

Dampft man die Schwefelkohlenstofflösung im Vakuum bei tiefer Temperatur ein, so erhält man eine feste Masse gelben Arsens. Dieses ist mit Wasserdämpfen flüchtig und weist einen stärkeren Geruch nach Knoblauch auf, als gewöhnliches Arsen.

Die Molekulargrösse des gelben Arsens wurde gleich As_4 gefunden (Molekulargewicht rund 300), ist also dieselbe wie für Arsendampf.

Es folgten dann einige allgemeinere Betrachtungen. Der Vortrag wurde durch Demonstrationen unterstützt.

Hofmann (München): Über die Euxenerde. Vortragender hat das Spektrum des Elementes der Euxenerde beobachtet und sein Atomgewicht in erster Annäherung = 145 bestimmt. Im periodischen Systeme füllt es das Intervall zwischen Niob (94) und Tantal (182) aus.

Küster (Klausthal): Über Sulfide und Polysulfide. Vortragendem ist es gelungen, auf physikalisch-chemischem Wege, die rein chemisch nicht zu lösende Frage, ob die Polysulfide Derivate der verschiedenen Schwefelwasserstoffsäuren sind, zu entscheiden. Systematische Bestimmungen der Hydrolyse, der Leitfähigkeit und der Fähigkeit, Schwefel, zu lösen, ergeben den Schluss, dass die Polysulfide keine sulfoschwefelwasserstoffsauren Salze sind, dass wir vielmehr die Lösungen der Natriumsulfide als Mischungen des Natriumsulfides und des verhältnismässig beständigen Tetrasulfides aufzufassen haben.

Otto Ruff (Berlin): Das Eisenoxyd und seine Hydrate. Der bekannte rotbraune Niederschlag von Eisenhydroxyd, den man beim Versetzen von Ferrichloridlösungen mit Ammoniak erhält, ist, wie van Bemmelen gezeigt hat, kein Hydrat, sondern ein echtes Kolloid, dessen Wasserdampftension lediglich von der Art und dem Fortschritte der Trocknung abhängt.

Andererseits existieren solche Hydrate in der Natur neben wasserfreiem Eisenoxyd in den Formen:

Hydrohämatit:	$Fe_2O_3 \cdot \frac{1}{2}H_2O$
Goethit:	$Fe_2O_3 \cdot H_2O$
Brauneisenstein:	$Fe_2O_3 \cdot 1\frac{1}{2}H_2O$
Xanthosiderit:	$Fe_2O^3 \cdot 2H_2O$

Ihre Bildung ist sehr wahrscheinlich aus dem Kolloid erfolgt.

Vortragender hat die Bedingungen für die Bildung und Umwandlung dieser Hydrate untersucht. Die unter gewöhnlichen Umständen sehr langsame Umwandlung konnte nicht durch Tensionsbestimmungen verfolgt werden. Bei Anwendung eines Druckes von ca. 6000 Atmosph., den Vortragender auf das Kolloid unter Wasser wirken liess, gelang es aber, die Umwandlungszeit auf einige Tage zu verkürzen. Folgende Umwandlungspunkte (die durch den hohen Druck etwas zu Ungunsten des Kolloids verschoben sind) wurden gefunden:

Bis etwa $42 \cdot 5^0$ entstand das gelbe, dem Brauneisenstein entsprechende Hydrat $Fe_2O_3 \cdot 1\frac{1}{2}H_2O$,

von $42 \cdot 5^0 - 62 \cdot 5^0$, das, dem Goethit entsprechende ziegelrote Hydrat $Fe_2O_3 . H_2O$,

über $62 \cdot 5^0$, das, dem Hydrohämatit entsprechende ziegelrote Hydrat $Fe_2O_3 \cdot \frac{1}{2}H_2O$.

Die obere Grenze dieses letzteren gegen wasserfreies Oxyd war in der Nähe von 100^0 noch nicht erreicht. Die Erleichterung der Hydratbildung unter Druck weist auf eine Volumverringerung bei diesem Vorgange hin.

Bei mittlerer Temperatur und Feuchtigkeit ist Brauneisenstein das einzig beständige Hydrat. In den Erzlagern dürfte im Laufe der Jahrhunderte eine stete, wenn auch äusserst langsame Umwandlung der anderen Formen und des wasserfreien Eisenoxydes in Brauneisenstein erfolgen.

Der Versuch einer Erklärung für den Übergang des Kolloides in das wasserfreie Produkt vor der Bildung der Hydrate bildete den Schluss der Darlegungen.

Hantzsch (Würzburg): Über den Zustand von Elektrolyten in wässeriger Lösung. Der Verteilungskoeffizient eines Salzes zwischen zwei Lösungsmittel ist im allgemeinen wenig von der Temperatur abhängig, sehr gross wird jedoch die Abhängigkeit von der Temperatur, wenn man Stoffe zwischen Lösungsmittel verteilt, deren eines Wasser, oder eine Verbindung vom Typus des Wassers ist. Mit zunehmender Temperatur verschiebt sich dann die Verteilung zu Gunsten des nichtwässerigen Anteils. Redner sucht dies durch Bildung von Hydraten zu erklären,

die beim Erhitzen zerfallen. Sehr sonderbar ist in solchen Fällen das Verhalten von Jod. Es giebt bekanntlich braune und violette Jodlösungen, in letzteren wird eine Komplexbildung vermutet; während nun der Verteilungskoeffizient zwischen braunen und violetten Lösungen mit der Temperaturänderung stark verschoben wird, ist er zwischen zwei braunen Lösungen von der Temperatur fast unabhängig.

Weigert (Berlin): Über das Calciumsulfat und die Umwandlungsbedingungen von Gips und Anhydrit. Die 3 Systeme:

I. $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (Gips) $\rightleftarrows CaSO_4 \cdot {}^1/_2 H_2O$ (Halbhydrat) $+ 1\,{}^1/_2 H_2O$

II. $CaSO_4 \cdot 2H_2O \rightleftarrows CaSO_4$ (nat. Anhydrid) $+ 2H_2O$

III. $CaSO_4 \cdot 2H_2O \rightleftarrows CaSO_4$ (lösl. Calciumsulfat) $+ 2H_2O$

wurden auf Grund der Maximalwasserdampftensionen des Gipses bei Umwandlung in die wasserärmeren Salze untersucht. Die Umwandlungspunkte waren für die verschiedenen

		in Wasser	in gesätt'gter $NaCl$ Lösung.
	I	$107 \cdot 2^0$	76^0
Systeme:	II	ca. 70^0	ca. 30^0
	III	89^0	—

Der Gips hat demnach 3 Schmelzpunkte, welche durch die, bei der Entwässerung häufig auftretenden Verzögerungserscheinungen, alle drei experimentell nachzuweisen sind. Bei 70^0 bildet sich der natürliche Anhydrit, bei 89^0 das lösliche wasserfreie Calciumsulfat und bei $107 \cdot 2^0$ das Halbhydrat. Letzteres ist bei allen Temperaturen labil in Bezug auf beide wasserfreie Modifikationen, bildet sich aber bei schneller Steigerung der Entwässerungstemperatur stets zuerst. Selbst bei gewöhnlicher Temperatur zersetzt es sich, zwar erst nach Jahren, entsprechend der Gleichung:

$$4\,CaSO_4 \cdot {}^1/_2 H_2O = CaSO_4 \cdot 2H_2O + 3\,CaSO_4.$$

Eine Anwendung auf die Bildungsverhältnisse der marinen Calciumsulfatablagerungen gestattet nur das stabilste System II. Die Umwandlungstemperatur für Gips und Anhydrit in Gegenwart gleichzeitig auskrystallisierender Salze ist durch den Schnittpunkt der entsprechenden Tensionskurven gegeben. Mit $NaCl$ ist sie 30^0, mit leichter löslichen Salzen, wie $MgCl_2$, $CaCl_2$ noch tiefer, so dass wahrscheinlich das marine Calciumsulfat sich primär als Anhydrit absetzte, während der Gips ein sekundäres Hydratationsprodukt zu sein scheint.

Rischbieth (Hamburg) demonstriert gasvolumetrische Versuche, welche er durch praktische Verwendung der Bunteschen Burette und sinnreiche Vereinfachungen, zu lehrreichen und eleganten Vorlesungsexperimenten ausgearbeitet hat.

Abegg (Breslau) demonstriert die Ausführung der schon in dieser Zeitschrift (2, 539, 1901) beschriebenen neuen Methode zur Bestimmung der Ionenbeweglichkeiten.

Billitzer (Göttingen): Studien am Acetylen. Löslichkeitsversuche haben ergeben, dass Acetylen in Alkalien der Einwirkung zweier Faktoren unterworfen ist, die einander entgegenwirken und seine Löslichkeit beeinflussen. Der eine bewirkt eine Löslichkeitsvermehrung und beruht auf Salzbildung, der andere Löslichkeitserniedrigung und wird durch Salzwirkung ausgeübt. Ihr Zusammenwirken führt in besonderen Fällen zu einem Löslichkeitsmaximum bei einer bestimmten Konzentration des Lösungsmittels, eine Erscheinung, die sich rechnerisch verfolgen lässt. Durch Löslichkeitsbestimmungen von Äthylen in den gleichen Lösungsmitteln gelang es, die zwei Wirkungen zu trennen, da erstere in diesem Falle nicht besteht. Aus den Versuchsdaten geht es mit Sicherheit hervor, dass Acetylen eine Säure ist, deren Stärke etwa 600 mal kleiner ist, wie die der Kohlensäure, deren Dissoziation etwa der des Wassers gleichkommt, so dass man in Acetylenlösungen Anionen: $C \equiv CH$ und $\overline{C} \equiv C$ anzunehmen hat, wie im Wasser $\overline{OH}$ und $\overline{O}$.

Wohlwill (Hamburg): Über das Zerfallen der Anode. Die bekannte Erscheinung des Zerfalles der Anode, die bei den verschiedensten Metallen auftritt, und beim Silbervoltameter z. B. dadurch unschädlich gemacht wird, dass man die Anode in Filterpapier hüllt, erklärt Vortragender auf folgende Weise:

An der Anode gehen neben Oxyd-, auch Oxydulsalze in Lösung. Durch Rückzersetzung der letzteren — indem z. B. Cu_2SO_4 in Cu und $CuSO_4$ zerfällt — wird Metall an der Anode niedergeschlagen, nicht aber in fester Form, sondern in Gestalt lose zusammenhängender Flitter, deren Anwachsen und Herabfallen den Zerfall der Anode herbeiführt. In Lösungen, wo die Rückzersetzung ausgeschlossen ist — z. B. Anoden von Ag in KCN —, findet auch kein Zerfall statt. Anwendung hoher Stromdichten und sehr glatter Elektroden erschwert diesen Vorgang.

Coehn (Göttingen): Über kathodische Polarisation und Bildung von Legierungen. (Nach Versuchen von Dannenberg.) Werden Metallionen an festem Metall abgeschieden, so erfahren sie eine Erniedrigung des Entladungspotentiales, wenn sie befähigt sind, mit letzterem Legierungen zu bilden; der Grad der Depolarisation ist zugleich ein Massstab für ihre Tendenz, die Legierungen einzugehen.

Verwendet man Quecksilber als Kathode, so tritt diese Erscheinung, dank der viel rascheren Diffusion von der Oberfläche in das Innere, noch deutlicher zu Tage. Es wurde die Reihenfolge

mit den Zahlen: Zn 0·15, Cd 0·12, Ag 0·09, Cu 0·08, Fe 0·02 Volt für die Depolarisation gefunden. Die beim Zink erhebliche, beim Eisen verschwindende Tendenz zur Amalgambildung tritt hier deutlich hervor.

Ist das Kation Wasserstoff, so ist nur an Palladiumkathoden eine Depolarisation zu beobachten, nur mit diesem Metall wird daher eine Legierung gebildet, an allen anderen Kathoden tritt eine Überspannung auf, die für das betreffende Kathodenmetall charakteristisch ist.

Arndt (Berlin): Über die Zersetzungsgeschwindigkeit von Ammoniumnitrit.

Durch Bestimmung der Zersetzungsgeschwindigkeit des Ammoniumnitrits in Stickstoff und Wasser nach:

$$NH_4NO_2 = N + 2H_2O$$

in Lösungen verschiedener Konzentration, und des Einflusses, den Fremdkörper auf sie ausüben, gelangt Vortragender zu der Ansicht, dass die Zersetzung durch die Vermittelung freier salpetriger Säure herbeigeführt wird, welche durch Hydrolyse geliefert wird.

Wegscheider (Wien): Das Verhältnis der chemischen Kinetik zur Thermodynamik. Vortragender findet durch Deduktionen bei komplizierten simultanen Gleichgewichten der Form:

$$u_1 \rightleftarrows u_2 \rightleftarrows u_3,$$

wo u_3 mit u_1 wieder durch:

$$u_3 \rightleftarrows u_1$$

verbunden ist, bei Anwesenheit eines Katalysators einen Widerspruch zwischen den kinetischen und thermodynamischen Ableitungen, lässt es aber dahingestellt sein, ob der betrachtete Fall realisierbar ist. Eine Übereinstimmung der Resultate ist zwar herzustellen, wenn man gewisse Beziehungen zwischen den Gleichgewichtskonstanten aufstellt; doch sind letzere nicht aus kinetischen Anschauungen abzuleiten.

Der Gang der Deduktionen ist im Auszuge nicht wiederzugeben, es sei auf die demnächst in der Wiener Akademie und den Monatsheften für Chemie erscheinende Arbeit verwiesen.

Meyerhoffer (Berlin): Über einige Versuche von Guldberg und Waage. Vortragender hat die Guldberg-Waagesche Gleichung $\frac{K_2CO_3}{KSO_4} = 4$ geprüft, und ihre Konstanz durchaus nicht erfullt gefunden, vielmehr nimmt dieselbe mit Zunahme der Konzentration und der Temperatur ab. Für eine 2 molekulare Lösung vom Karbonat war sie 4·68, stieg die Konzentration auf 8·1 Mol., so war sie nur mehr 3·80, bei einer Verfolgung bis zur Sättigung ändert sie sich um 500 Prozent. Die Phasentheorie ermöglicht eine einfache Deutung.

Bringt man in Lösungen von K_2SO_4 und K_2CO_3, $BaCO_3$ und $BaSO_4$ als feste Bodenkörper, so hat man reziproke Salzpaare, von welchen nach van't Hoff nur eines stabil sein kann. Es wurde gefunden, dass der stabile Zustand erreicht ist, wenn $BaCO_3$ fester Bodenkörper ist, $BaSO_4$ wird daher, freilich langsam, in das Karbonat verwandelt.

(Eingegangen 18. Oktober 1901.)

H. Haga (Groningen), Über den Klinkerfuesschen Versuch.[1])

Während der 70sten Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte wurde, veranlasst durch die Referate der Herren W. Wien und H. A. Lorentz: „Über die Fragen, welche die translatorische Bewegung des Lichtäthers betreffen", der Wunsch ausgesprochen, dass einige auf diesen Gegenstand sich beziehende Untersuchungen wiederholt werden möchten. Infolgedessen habe ich es unternommen, den Klinkerfuesschen Versuch zu wiederholen.

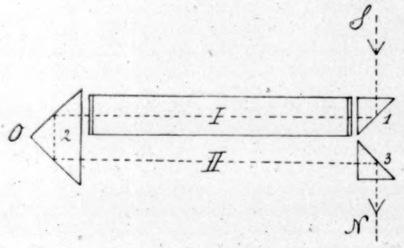
Klinkerfues' „Versuche über die Bewegung der Erde und der Sonne im Äther" sind in den Nachrichten der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften, Göttingen 1870, S. 226, publiziert worden: Eine mit Sauerstoff angeblasene Petroleumlampe schickte ihre Strahlen durch einen aus fünf Prismen bestehenden Spektralapparat mit gerader Durchsicht in der Richtung Süd-Nord, die Strahlen wurden durch ein total reflektierendes Prisma je nach dessen Stand nach Ost oder West abgelenkt und durch ein von einem Okularmikrometer versehenes Fernrohr beobachtet. Zwischen Objektiv und totalreflektierendem Prisma wurde ein mit Planparallelgläsern geschlossenes, mit Bromdampf gefülltes Gefäss aufgestellt. Da der Docht der Lampe mit essigsaurem Natron getränkt war, sah Klinkerfues im Beobachtungsfernrohr die hellen Na-Linien und das Absorptionsspektrum des Bromdampfes. Wegen der Bewegung der Erde um die Sonne wird um Mittag für das östliche Fernrohr die Richtung der Lichtstrahlen im Bromdampfe der Bewegung des Bromes entgegengesetzt, für das westliche Fernrohr gleichgerichtet sein. Um Mitternacht sind diese Verhältnisse umgekehrt. Klinkerfues giebt an, in beiden Fernröhren eine Verschiebung des Bromspektrums gegen das Natriumspektrum beobachtet zu haben und zwar beim Absorptionsstreifen $\lambda = 573.4\ \mu\mu$ um $0.0455\ \mu\mu$.

In zweierlei Hinsicht glaube ich Verbesserungen in den Versuchsanordnungen angebracht zu haben: 1. habe ich für sämtliche Messungen dasselbe Fernrohr und dasselbe Mikrometer angewandt, und 2. eine viel stärkere Dispersion, so dass, statt wie Klinkerfues einen Absorptionsstreifen, der 27 mal weiter von den Na-

1) Abteilung 2, 26. September 1901.

Linien entfernt war als die Distanz der beiden *Na*-Linien beträgt, ich Absorptionslinien zwischen den *D*-Linien wählen konnte.

Meine Versuchsanordnung war folgende: Das schwach konvergierende Licht einer von einem Strom von 18 Ampère gespeisten Bogenlampe durchlief die totalreflektierenden Prismen 1, 2 und 3 und wurde durch eine Linse auf den Spalt eines Spektrometers konzentriert. Zwischen den Prismen 1 und 2 (Lage I) oder zwischen 2



und 3 (Lage II) wurde ein mit Bromdampf gefülltes Glasgefäss (30 × 3 × 3 cm) gestellt, so dass, da die Bogenlampe südlich vom Spektrometer stand und das Prisma 1 das Licht östlich ablenkte, um Mittag in der Lage I die Richtung der Lichtstrahlen im Bromdampfe der Erdbewegung entgegengesetzt war, in der Lage II gleichgerichtet. Um Mitternacht waren diese Verhältnisse umgekehrt.

Zur Erzeugung von *D*-Linien berührte ich während kurzer Zeit die Kohlen der Bogenlampe mit einem dünnen Stab blauen Einschmelzglases, wodurch stundenlang die *D*-Linien als äusserst scharfe dunkele Linien sichtbar blieben.

Das Spektrometer war ein sehr schönes, von Schmidt & Haensch bezogenes Instrument; der Kollimator und das Fernrohr hatten Objektive von 55 mm Durchmesser und 420 mm Fokuslänge; das Okular des Okularmikrometers vergrösserte 30 mal; die Trommel war in 100 Teile geteilt. Auf dem Tische des Spektrometers stand ein Rowland'sches Plangitter (4"; 14438 Teilstriche per Zoll), welches sich auszeichnete durch überaus intensive Spektra, so dass es möglich war, das dritte Spektrum zu benutzen. Ganz deutlich waren zwischen den *D*-Linien sämtliche 18 von Hasselberg[1]) gemessenen und gezeichneten Absorptionslinien des Bromdampfes zu sehen. Von diesen Linien wählte ich drei (mit *a*, *b* und *c* angedeutet), die sich am besten zur Messung eigneten, und der Klinkerfues'sche Versuch bestand also aus der mikrometrischen Einstellung auf D_1, D_2 und die Bromlinien *a*, *b* und *c*, und zwar in den Lagen I und II, um Mittag und um Mitternacht.[1])

1) B. Hasselberg, Svensk Ak. Handl. 24, Nr. 3, 1891.

Aus diesen Messungen ergab sich die Entfernung der drei Bromlinien bis zur Mitte zwischen den *D*-Linien; die folgende Tabelle enthält das Mittel meiner Bestimmungen in Trommelteilen mit Angabe der mittleren Fehler:

Mittag

	Lage I	II
a bis $\frac{1}{2}(D_1 + D_2)$	**117.3** ± 0.17	**117.7** ± 0.18
b bis $\frac{1}{2}(D_1 + D_2)$	**7.3** ± 0.15	**7.6** ± 0.23
$\frac{1}{2}(D_1 + D_2)$ bis *c*	**82.5** ± 0.17	**82.3** ± 0.33

Mitternacht

	Lage I	II
a bis $\frac{1}{2}(D_1 + D_2)$	**117.2** ± 0.26	**117.4** ± 0.19
b bis $\frac{1}{2}(D_1 + D_2)$	**7.3** ± 0.28	**7.3** ± 0.18
$\frac{1}{2}(D_1 + D_2)$ bis *c*	**82.6** ± 0.29	**82.5** ± 0.25.

Die Entfernung der beiden *D*-Linien war **390.2** ± 0.22.

Nach Klinkerfues' Betrachtungen und Beobachtungen sollten die gemessenen Entfernungen in den Lagen I um Mittag und II um Mitternacht einerseits einen Unterschied zeigen mit den Entfernungen in den Lagen I um Mitternacht und II um Mittag; da Klinkerfues einen Unterschied gefunden hat von 0.0455 $\mu\mu$ und bei meinen Messungen 390.2 Trommelteile mit 0.602 $\mu\mu$ übereinstimmen ($\lambda_{D_1} - \lambda_{D_2}$), hätte ich einen Unterschied von 30 Trommelteilen finden müssen.

Vereinigt man aber die Resultate meiner Beobachtungen in dieser Weise, so bekommt man:

	I und II	II und I
	Tag Nacht	Tag Nacht
a	**117.3**^{5} ± 0.12	**117.4**^{5} ± 0.16
b	**7.3** ± 0.12	**7.4**^{5} ± 0.18
c	**82.5** ± 0.15	**82.4**^{5} ± 0.22.

Aus diesem Resultate folgt, dass ich keineswegs Klinkerfues' Beobachtungen habe bestätigen können, und dass, während Klinkerfues eine Verschiebung der Absorptionslinien des Bromdampfes gegen das Natriumspektrum zum Betrage von $^1/_{13}$ der Entfernung der *Na*-Linien glaubt konstatiert zu haben, diese nach meinen Messungen nicht grösser als etwa $^1/_{1000}$ jener Entfernung betragen kann.

Da diese Messungen auch gestatten, aus den Wellenlängen der *D*-Linien diejenigen der drei Absorptionslinien zu bestimmen, konnte ich meine Bestimmungen mit den Hasselbergschen vergleichen. Nimmt man mit Hasselberg für die Wellenlänge von

$D_1 = 5896.25$ Angströmsche Einheiten (0.1 $\mu\mu$)
$D_2 = 5890.23$ „ „

so bekommt man:

1) Ausführlicher sind die Messungen mitgeteilt in Bosschas Jubelband; Archives Néerlandaises, (2) Bd. 6, S. 765.

	Haga	Hasselberg
a	5895.05	5895.01
b	5893.35	5893.37
c	5891.97	5891.98.

Der kleine Unterschied bei *a* könnte aus dem Umstand erklärt werden, dass bei den Hasselbergschen photographischen Aufnahmen das Maximum der Linie *a*, die etwas breit ist und unscharfe Ränder hat, sich an einer anderen Stelle zeigt, als beim direkten Beobachten.

(Selbstreferat des Vortragenden.)

(Eingegangen 15. November 1901.)

Diskussion.

(Von den Beteiligten durchgesehen.)

Kaufmann (Göttingen). Ich möchte an den Vortragenden eine Frage in betreff des angeblich positiven Resultates richten. Giebt Klinkerfues die Temperatur bei Tage und bei Nacht an? Es wäre ja möglich, dass die Temperaturen nachts geringer wären, und dass das einen Einfluss auf die Dispersion des Prismas ausübt.

Haga. Nein; Klinkerfues giebt die Temperaturen nicht an; seine Mitteilung ist sehr kurz abgefasst.

Kaufmann. Ich bemerke, dass das Prisma von Klinkerfues in Göttingen noch vorhanden ist; es ist aber nach heutigen Begriffen ein sehr schlechtes Prisma.

Cohn (Strassburg). Die Kenntnis der Temperatur ist auch nicht nötig. Ein positives Versuchsergebnis am Mittag wäre für sich allein beweisend; die Wiederholung um Mitternacht ist nur eine Kontrolle. Ein Unterschied müsste bei der Vertauschung von Ost gegen West in einem Sinne auftreten am Mittag, und im anderen Sinne um Mitternacht. Aber wir werden die von Klinkerfues gefundenen Differenzen nicht mehr als reell zu betrachten haben.

Damit ist wohl jeder experimentell festgelegte Einfluss der Erdbewegung auf optische Erscheinungen verschwunden. Es ist mir nichts erinnerlich, was noch bestehen bliebe, nachdem Fizeau seine Resultate preisgegeben hat.

Wachsmuth (Rostock). Ich habe auf der Düsseldorfer Versammlung die Wiederholung des Mascartschen Versuches übernommen. Es ist dabei zu prüfen, ob die Drehung der Polarisationsebene infolge der Rotations-Dispersion in messbarer Weise beeinflusst wird durch die Erdbewegung. Mascart selbst hat diese Versuche im Jahre 1870 angestellt und dabei mit einem nach heutigen Begriffen noch unempfindlichen Polarisationsapparat gearbeitet. Die Genauigkeit der Resultate suchte er zu erhöhen, indem er sehr dicke Quarzplatten für seine Drehungen benutzte.

Mein Versuchsapparat ist seit längerer Zeit nach gemeinsamen Überlegungen durch die Firma Schmidt & Haensch in Berlin auf dem Papier fertig konstruiert. Ich habe mich aber bisher noch nicht entschlossen, von der Berliner Akademie der Wissenschaften eine Summe für die Ausführung zu erbitten, weil mich Freunde an der Physikalischen Reichsanstalt darauf aufmerksam gemacht haben, dass nach dort vorliegenden Erfahrungen die Empfindlichkeit nicht proportional der Dicke der Quarzplatten zunehme. — Daran würden denn alle Versuche scheitern. Man sagt mir, es trete eine so starke Aufhellung im Innern des Quarzes ein, dass von einer Erhöhung der Genauigkeit durch Verdickung der Quarzplatte keine Rede mehr sei.

Wenn das wahr ist, so würde ich unter Umständen von der Ausführung meines Apparates abstehen müssen. Andererseits scheint sich daraus für die Mascartschen Versuche zu ergeben, dass auch deren Resultate angezweifelt werden dürften, weil dann Mascart gar nicht die beabsichtigte Genauigkeit erreicht hätte.

Ich werde nun zunächst versuchen, mir die Beihilfe der Reichsanstalt zu erbitten für die Frage: Kann ich bei einer 10 cm dicken Quarzplatte mit derselben Genauigkeit einstellen wie bei einer 1 mm dicken Platte? Mit anderen Worten: Ist im ersteren Falle die Genauigkeit in Prozenten des Drehungswinkels hundertmal so gross wie im zweiten, oder nicht?

Lummer (Charlottenburg). Da Herr Prof. Wachsmuth mich zum Zeugen aufgerufen hat, so möchte ich bestätigen, dass thatsächlich die Genauigkeit nicht entfernt mit der Dicke der Quarzplatte zunimmt. Freilich haben wir nicht 10 cm dicke Quarze untersucht, aber die genannte Tendenz tritt schon bei Dicken bis zu 2 cm deutlich auf.

Was den interessanten Vortrag von Herrn Haga anlangt, so ist es nun erwiesen, dass das Resultat von Klinkerfues auf Täuschung beruht oder durch Fehler verursacht ist. Ich habe aber nicht begriffen, wie man den Abstand der *D*-Linien auf $^1/_{1000}$ genau hat messen können. Mit dem besten Spektrum habe ich nur Auflösungen so geringer Art bekommen, dass man die eine gelbe Quecksilberlinie gerade noch als doppelt erkennt. Beim Interferenz-Spektroskop sieht man sie vervierfacht, wobei aber die Wellenlängendifferenz erst dem hundertsten Teil der *D*-Linien entspricht. Ich möchte daher nur fragen, ob die erreichte grosse Genauigkeit durch Mittelwerte erzielt worden ist, dabei aber betonen, dass auch dann noch das von Herrn Haga erhaltene Resultat über alle Zweifel erhaben ist.

Haga. Gewiss, obengenannte Genauigkeitsgrenze ist aus den Beobachtungen abgeleitet; ich möchte aber bemerken, dass die Trennung

einer Linie etwas anderes ist, als die Bestimmung einer Verschiebung, wie dies bei meinen Versuchen geschah.

J. Elster (Wolfenbüttel), Luftelektrische Messungen auf Capri und Spitzbergen.[1]

Die Messungen auf Capri im April 1900 beschränkten sich auf die Bestimmung der elektrischen Zerstreuungskoeffizienten für positive (a_+) und negative Elektrizität (a_-). Von der Ermittlung des Potentialgefälles wurde abgesehen, da die Terrainverhältnisse eine Reduktion auf absolutes Mass ausschlossen. Die Leitfähigkeit der über Capri lagernden Luft übertraf im Mittel die über den kontinentalen Gebieten um das 3- bis 4fache. Der für a_+ gefundene Maximalwert von ca. 6% stellt zugleich das absolute Maximum aller zwischen dem 35^0 und 80^0 n. Br. im Meeresniveau gewonnenen Werte dar. Auch die Beträge für a_- sind sehr hoch und werden im Mittel nur von den in der durchsichtigen Luft Spitzbergens beobachteten überholt. Sobald der Wasserdampf der Atmosphäre zur Kondensation neigte, was in Capri dadurch zum Ausdruck kam, dass sich bei sonst wolkenlosem Himmel die Kuppen der Berge in Nebel hüllten, gingen die Werte der a auf etwa die Hälfte zurück. Der Standort des Zerstreuungsapparates war stets frei von Nebeln. Polarverschiedene Werte der a wurden auf Capri in Übereinstimmung mit früheren Beobachtungen von Geitel und mir nur auf dem Kulminationspunkte der Insel, dem 585 m hohen Monte Solaro beobachtet, während im August auf Spitzbergen auch an elektrisch geschützten Orten der Entladungsvorgang ausnahmslos unipolaren Charakter trug und zwar entwich eine dem Zerstreuungskörper mitgeteilte negative Ladung 2—3 mal so schnell als eine entsprechende positive. Die Vermutung, dass dies schnellere Entweichen negativer Ladungen durch ein abnorm hohes positives Potentialgefälle bedingt werde, erwies sich als unzutreffend; es ergab sich vielmehr für diese Grösse ein auffallend geringer Betrag. Spätere, gemeinschaftlich mit Geitel in unserem Wohnorte angestellte Versuche lehrten, dass in Luft von solcher Aktivität, wie sie über Spitzbergen lagert, ein Potentialgefalle von wenigen $\frac{\text{Volt}}{\text{Meter}}$ ausreichend ist, den Entladungsvorgang in einen polarverschiedenen umzuwandeln.

1) Abteilung **2**, 26. September 1901.

(Selbstreferat des Vortragenden.)

(Eingegangen 20. Oktober 1901.)

A. Hesekiel (Berlin), Über neue Photographien in natürlichen Farben.[1]

Einleitend macht Redner darauf aufmerksam, dass die Photographie in natürlichen Farben, die wir solange ohne praktische Erfolge erstrebten, heutzutage schon mehr oder weniger befriedigend auf vier verschiedenen Wegen zu erreichen ist. Er erinnert an die direkte (Interferenz) Methode von Lippmann, bei welcher man unter Zuhilfenahme einer mit Quecksilber angefüllten Kassette direkt in der Kamera farbige Bilder erzielt, die allerdings nicht kopierfähig sind und die man nur mit besonders konstruierten Apparaten projizieren kann. Da das Betrachten der Lippmannschen Bilder in seitwärts auffallendem Lichte geschehen muss und man gut thut, jedem einzelnen Bilde ein Prisma aufzukitten, so dürfte, ganz abgesehen von allerlei anderen Mängeln, die Methode zu praktischer Verwendung kaum gelangen.

Als indirekte Methode zur Erzielung farbiger Photographien wird dann an die additiven Methoden von Ives und Joly und an die subtraktiven Methoden, die auf dem Prinzip des Drei-Farben-Druckes beruhen, von Vogel, Selle, Lumière erinnert. In übersichtlicher Weise werden die charakteristischen Merkmale der einzelnen Verfahren und ganz kurz ihre Ausführung beschrieben.

Redner erzählt dann, dass die Bilder, die er hier vorlegen will, durchaus nicht etwa prinzipiell neu seien, sondern in unentwegtem Weiterstreben und zielbewusstem Arbeiten sei es nun gelungen, einen bisher nur mühsam gangbaren Weg brauchbar zu machen.

Die Herstellung farbiger Bilder nach dem neuen Prozess sei für alle Photographen ganz kinderleicht — kein einziger neuer Prozess, der in Fachkreisen nicht schon bekannt wäre, sei erforderlich.

Zur Erzielung befriedigender Resultate ist, so führt Redner aus, äusserste Sauberkeit und peinlich genaue Beachtung der Vorschriften erforderlich. Ein Abmessen und Dosieren nach „Gefühl", wie es leider in photographischen Kreisen so oft beliebt werde, führt hier nicht zum Ziel; gerade weil der einzuschlagende Weg so einfach ist, müssen die Vorschriften, die auf Grund langen Ausprobierens gegeben sind, genau befolgt werden.

Die Ausführung des Prozesses geschieht, indem man durch drei Filter das Objekt auf einer Platte nebeneinander dreimal aufnimmt. Dieses bedeutet gegenüber den früheren Verfahren eine grosse Bequemlichkeit. Das hinter dem Rotfilter aufgenommene Negativ muss dann blau kopiert werden, das hinter dem Grünfilter aufgenommene muss rot und das hinter dem

1) Abteilung **2**, 24. September 1901

Blaufilter aufgenommene muss gelb kopiert werden. Das Blaubild wird vorzugsweise auf eine Diapositivplatte kopiert, die man nach dem Entwickeln mit rotem Blutlaugensalz ausbleicht und alsdann mit einer abgestimmten Eisenlösung blau tont. Das Blaubild lässt sich auch auf Bromsilberpapier machen, wenn man schliesslich farbige Papierbilder zu erhalten wünscht. Das Rot- und das Gelbbild werden nun auf Celluloid kopiert, welche man vorher chromiert und nachher mit warmem Wasser entwickelt und schliesslich in besonderen Farblösungen tont.

Die Verwendung von Celluloid bietet gegenüber derjenigen von Kollodiumhäutchen (Selle) und Gelatinehäutchen (Lumière, Hoffmann) ganz ausserordentliche Vorzüge, da das Celluloid nicht Falten wirft und sich nicht dehnt, wenn es einigermassen sachgemäss behandelt wird!

Es versteht sich von selbst, dass Farbenfilter, Aufnahmeplatten und Farblösungen genau aufeinander abgestimmt sein müssen, denn anderenfalls giebt es zwar farbige, nicht aber naturwahre Bilder.

Das Aufeinanderlegen der drei Einzelbilder geschieht, wie Redner an einem Muster demonstriert, viel leichter als man glauben sollte.

Das Kriterium für die notwendige richtige Expositionszeit ist, dass ein neutrales Grau nach der Entwickelung auf allen drei Negativen durch einen Silberniederschlag gleicher Intensität wiedergegeben werde. Um einen Anhalt zu besitzen, braucht man jedesmal nur eine sogenannte Grauskala oder ein zusammengeballtes Stück Fliesspapier mit aufzunehmen, welch letzteres in den Falten und tiefliegenden Stellen das gewünschte Grau aufweist.

Der Anhalt für eine richtige Tonung der einzelnen Bilder wird dadurch gegeben, dass das Gesamtbild thatsächlich Schwarz und Grau wiedergiebt. Ist das nicht der Fall, so können die einzelnen Bilder auch dann, wenn sie fertig gestellt sind, durch Abschwächen in Wasser oder Verstärken in den Farblösungen bis zur gewünschten Genauigkeit verbessert werden. Redner betont, dass auch in dieser Möglichkeit der nachträglichen Verbesserung ein besonderer Vorteil des Verfahrens liegt, den bisher kein anderes Verfahren aufweist.

Durch Projektion und in stereoskopischen Apparaten wurden vorgeführt: hinter Rot-, Grün-, und Blaufilter aufgenommene Negativaufnahmen, einzelne blaue, rote und gelbe Teilbilder nach diesen Aufnahmen, kombinierte Bilder aus 2 und 3 der Teilbilder bestehend. Im besonderem: Bilder von Landschaften, Blumen, Stillleben, Tieren (tot), Mikrophotographien in polarisiertem Licht, einer Hittorfschen Röhre (im Dunkeln bei ihrem eigenen Lichte aufgenommen), Porträts (nach dem Leben), Ölbildern, Aquarellen und vielem anderen mehr.

(Selbstreferat des Vortragenden.)

P. Bachmetjew (Sofia), Über die Überkaltung der Flüssigkeiten.[1]

In dieser Beziehung wurden Wasser, Benzol, *p*-Nitrotoluol und die Insektensäfte in lebenden Schmetterlings-Puppen und Imagines untersucht.

Sehr ausführlich wurde die Beziehung des Unterkaltungsgrades der Flüssigkeiten von der Abkühlungsgeschwindigkeit untersucht. Dabei stellte es sich heraus, dass bei einer mittleren Abkühlungsgeschwindigkeit der Unterkaltungsgrad entweder ein Minimum oder Maxium, je nach der Natur der Flüssigkeit, erreicht.

So z. B. ergaben die Säfte im lebenden Falter von Deilephila euphorbiae folgenden Unterkaltungsgrad (K_1-N) bei der Abkühlungsgeschwindigkeit $= V_{-4}$ [2]):

V_{-4}: 2,7; 2,0; 1,9; 1,6; 1,5; 1,5; 1,4; 1,0; 0,6.
K_1-N: 1,6; 2,2; 3,4; 6,0; 9,3; **9,8**; 7,8; 5,6; 4,0,

wobei bei jeder Grösse für V_{-4} ein anderes Exemplar untersucht wurde. (Im ganzen wurden über 300 Insekten-Exemplare untersucht.)

Ein Maximum des Unterkaltungsgrades bei einer mittleren Abkühlungsgeschwindigkeit ergaben: Wasser, *p*-Nitrotoluol, während das Minimum Benzol besass. Insektensäfte ergaben bald ein Maximum, bald ein Minimum je nach der Spezies und Entwickelungsstadium.

Genaueres Studium der erwähnten Abhängigkeit bei Insekten führte zum Resultate, dass dieselbe durch eine Art wellenförmige Linie sich ausdrücken lässt, welche wenigstens drei Extreme zeigt. Diese Versuche mit Insekten sind im Buche des Redners: „Experimentelle entomologische Studien vom physikalisch-chemischen Standpunkte aus. Mit einem Vorwort von Professor Dr. August Weismann in Freiburg i. Br. Leipzig 1901. X u. 160 S." ausführlich beschrieben.

Sehr interessante Resultate ergab *p*-Nitrotoluol, welche Substanz in Form kleiner Kügelchen untersucht wurde. Kügelchen gleicher Grösse schwammen in geschmolzenem Zustande im Inneren der $CaCl_2$-Lösung. Beim Abkühlen der Lösung erstarrten die genannten Kügelchen nicht auf einmal, sondern einige früher und die anderen später. So z. B. von 10 Kügelchen, je 0,0328 gr schwer, erstarrten sie bei folgenden Temperaturen:

---

1) Abteilung **2**, 25. September 1901.

2) V_{-4} bedeutet die Anzahl der Temperaturgrade, um welche die Flüssigkeit sich während einer Minute, angefangen von -4^0, abgekühlt hat. K_1 bedeutet die Temperatur, bis zu welcher die tiefste Unterkaltung stattfand und N den Erstarrungspunkt.

No.:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t^0:	39,9	37,1	35,4	34,9	31,3,	30,7	30,6	30,1	27,0	24,8

Der normale Erstarrungspunkt dieser Substanz beträgt 54°.

Der verschiedene Unterkaltungsgrad ($N-t$) konnte durch kleine Dimensionen-Differenzen, durch verschiedene im Inneren der Lösung herrschenden Temperaturen, durch Diffusionserscheinungen, durch die eventuelle Wechselwirkung zwischen Kügelchen und durch die Reihenfolge des Herstellens der Kügelchen nicht erklärt werden. Auch der Zusatz des Staubes zur Substanz hatte keinen grossen Einfluss auf diese „individuelle" Verschiedenheit der Kügelchen.

Es blieb nun übrig, diese Erscheinung durch den Polymorphismus im Sinne von G. Tammann zu erklären.

Interessant sind die Versuche über die Ausscheidung von Substanzen verschiedener Eigenschaften aus *p*-Nitrotoluol. Aus mehreren Versuchen wurden die zuerst (I) und dann zuletzt (X) erstarrten Kügelchen getrennt gesammelt. Die Kügelchen der Kategorie I wurden wieder zu einer Masse geschmolzen, aus welcher dann zehn Kügelchen der früheren Grösse hergestellt wurden. Sie zeigten dieselbe Unterkaltungserscheinung wie die ursprüngliche Substanz. Anders verhielten sich die Kügelchen, welche aus der Substanz der Kategorie X hergestellt wurden. Das erste Kügelchen erstarrte bei der Temperatur, bei welcher das zehnte Kügelchen in vorhergehenden Versuchen erstarrte und das zehnte erstarrte jetzt um 10—12° tiefer als das letzte im ersten Versuche. Diese Erscheinung ist der natürlichen „Auswahl" analog.

Andere Unterkaltungserscheinungen bei schwimmenden *p*-Nitrotoluolkügelchen sind ausführlich in der Abhandlung des Redners in Mémoires de l'Acad. des Sciences de St. Pétersbourg, VIIIe sér. Vol. X, No. 7, 1900 (Leipzig, Voss' Sort. in Kommission) beschrieben worden.

(Selbstreferat des Vortragenden.)

(Eingegangen 20. Oktober 1901.)

BESPRECHUNGEN.

Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik für das Jahr 1901. Herausgegeben von J. M. Eder. 15. Jahrgang. 8°. X. u. 807 S. mit 350 Abbildungen im Texte und 36 Kunstbeilagen. Halle a. S., W. Knapp. 1901. 8 M.

Etwas später als sonst, in üblicher Ausstattung, aber noch etwas umfangreicher, liegt das Edersche Jahrbuch nunmehr vor. Gegenüber früheren Jahrgängen ist die Reproduktionstechnik mehr zurückgedrängt; bei der Aufnahme der Originalbeiträge scheint man erfreulicherweise etwas kritischer vorgegangen zu sein. Im Hauptteil finden sich auch ausgezeichnete Sammelreferate, während im eigentlichen Jahresbericht wieder so ziemlich alles wichtigere zusammengetragen ist. Man braucht dabei nicht mit allem einverstanden zu sein und kann dennoch den Fleiss der Arbeit anerkennen; wo Einwände zu machen sind, geschähe dies wohl am besten von den betreffenden Autoren im nächsten Jahrgang selbst. Immerhin haben wir hier wieder ein Sammelwerk vor uns, wie es keine andere Nation auf diesem Gebiete aufzuweisen hat.

E. Englisch.

(Eingegangen 7. Oktober 1901.)

Chemische Zeitschrift, Centralblatt für die Fortschritte der gesamten Chemie, herausgegeben von Professor Dr. Felix Ahrens in Breslau. 1. Jahrgang 1901/1902 in halbmonatlich erscheinenden Heften zu je 2—3 Bogen. Leipzig, S. Hirzel. Jährlicher Bezugspreis 20 M.

Unter dem Titel „Chemische Zeitschrift" erscheint seit dem 1. Oktober eine neue Zeitschrift, welche in einer fortlaufenden Reihe von kritisch gesichteten Artikeln die Fortschritte auf allen Gebieten der reinen und angewandten Chemie in kurzen Zeitabschnitten darzustellen beabsichtigt. Ferner will sie ihre Leser fortlaufend über die sie interessierenden wirtschaftlich-gewerblichen Verhältnisse, über die Thätigkeit des Patentamts, über aktuelle Entdeckungen und Erfindungen, über Hochschul- und Personalnachrichten, über Neuerscheinungen der Fachlitteratur und dergl. mehr unterrichten. Das Ziel, welches die „Chemische Zeitschrift" sich gesteckt hat, entspricht also ungefähr dem der „Physikalischen Zeitschrift", nur wird weit mehr Rücksicht auf die Technik genommen.

Da die neue Zeitschrift also den technischen Chemiker über die neusten Errungenschaften der Wissenschaft, andererseits aber auch den Gelehrten eine Übersicht über die Anwendungen der neusten Forschungen in der Praxis geben will, so entspricht sie einem wirklichen Bedürfnis und wird sich daher sicherlich bald Bahn brechen, umsomehr als der Herausgeber sich als Redakteur schon einen Namen gemacht und der rührige Verlag sich in allen Kreisen einen guten Klang erworben hat.

Die erste Nummer beginnt mit einer Artikelserie, in welcher in kurzen Umrissen ein

Bild von dem Stande jeder chemischen Disziplin am Beginne des zwanzigsten Jahrhunderts gegeben wird — als Einleitung zu den künftigen Fortschrittsberichten. Hierhin gehören die Artikel: Die theoretischen Bestrebungen auf organischem Gebiete von A. Werner, die physikalische Chemie von G. Bodländer, die Thermochemie von E. Cohen, die chemische und chemisch-technische Analyse von Th. Pfeiffer, die chemische Grossindustrie und anorganische Präparate von G. Rauter.

Was den Inhalt dieser Artikel anbetrifft, so wird sie wohl jeder Chemiker mit Genuss lesen; sie stehen alle auf der Höhe, geben eine gute Übersicht über den augenblicklichen Stand der einzelnen chemischen Disziplinen und sind im allgemeinen recht verständlich geschrieben, so dass selbst der Leser, welcher nicht die Originalabhandlungen verfolgt hat, sie ohne Schwierigkeiten verstehen wird. Der Aufsatz von A. Werner hätte wohl etwas ausführlicher gehalten werden müssen; denn es wird in demselben mit einer Anzahl von neuen Begriffen operiert, ohne dass dieselben definiert werden. Der Verf. würde sicherlich allen, namentlich den auf abseits liegenden Gebieten arbeitenden Chemikern und den Physikern einen grossen Gefallen thun, wenn er in einer Serie von Artikeln die neueren Theorien der organischen Chemie behandelte, z. B. die Thielesche Theorie der Partialvalenzen, die Knorrschen Anschauungen u. s. w. Doch sind dies, neben dem vielen Guten, welches die neue Zeitschrift bringt, nur Kleinigkeiten, welche nicht schwer in die Wagschale fallen.

Wenn die neue Zeitschrift sich auf derselben Höhe hält, wie sie begonnen, so wird sie sicherlich Erfolg haben. Es wäre dies schon aus dem Grunde mit Freuden zu begrüssen, weil sie dazu beitragen wird, dass die Einseitigkeit in den Anschauungen der Chemiker etwas beseitigt werde. G. C. Schmidt.

J. Hann, Lehrbuch der Meteorologie. gr. 8⁰. XIV und 805 Seiten mit 11 Abbildungen im Text, 8 Tafeln in Lichtdruck und Autotypie sowie 15 Karten. Leipzig, Chr. H. Tauchnitz. 1901. 30 M.

Vor wenigen Wochen ist durch Ausgabe der X. Lieferung das Lehrbuch der Meteorologie von Dr. J. Hann, Professor an der Universität zu Wien, vollständig erschienen. Es ist damit ein Werk abgeschlossen, welches bei dem heutigen Stande der Meteorologie als vollberechtigte Wissenschaft thatsächlich ein allseitig empfundenes Bedürfnis war. Freilich besitzen wir schon solche Lehrbücher, aber keines wird allen Gebieten der Meteorologie, wenn man von dem Spezialgebiet der Wetterprognose absieht, in gleicher Weise gerecht. Das Lehrbuch von E. E. Schmid ist längst veraltet und trotzdem musste es noch in vielen Fällen als Kompendium citiert werden. Das Lehrbuch von Sprung behandelt fast ausschliesslich die theoretischen Grundlagen ohne weiter auf das Gebiet der Beobachtungsergebnisse oder auf klimatische Fragen einzugehen, und andererseits sind die zum Teil umfangreichen Werke von v. Bebber, Börnstein u. a. wieder mit Beiseitelassung der mathematischen und physikalischen Begründungen abgefasst. Selbst nicht einmal in fremder Sprache existiert ein dem vorliegenden Werke ähnliches Lehrbuch. Unter solchen Umständen muss es wirklich als ein Verdienst angesehen werden, dass sich der auf diesem Gebiete autoritative Verfasser dazu verstanden hat, seine langjährigen Studien und umfangreichen Erfahrungen, die er namentlich als Direktor der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus zu Wien zu sammeln Gelegenheit hatte, in dem uns vorliegenden Lehrbuche niederzulegen. Prof. Hann war dazu berufen wie kein anderer Meteorologie. Dieser Thatsache entspricht nun auch der Inhalt des Werkes.

Hanns Lehrbuch ist ausser der Einleitung in fünf Hauptabschnitte eingeteilt, wozu noch ein Anhang kommt, welcher die mathematische Formulierung mehrerer meteorologischer Probleme und deren Diskussion vom mathematisch-physikalischen Standpunkt aus umfasst.

Die Einleitung beschäftigt sich mit den grundlegenden Fragen, sowie mit der Definition dessen, was man unter „Meteorologie" versteht, unter welchem Namen Hann alle Vorgänge zusammenfassen will, welche sich in der Lufthülle, der Atmosphäre der Erde abspielen. Von der Behandlung in dem vorliegenden Lehrbuche schliesst er aber im allgemeinen die Fragen der reinen Klimatologie, sowie die der speziellen Wetterprognose aus. Demgemäss werden zunächst die Höhe der Atmosphäre, sodann die Dichte und weiterhin ihre Bestandteile, sowie ihre physikalischen Eigenschaften kurz behandelt, um so die Grundlage für die spätere Betrachtung der Vorgänge in der Atmosphäre zu gewinnen. Von Interesse dürfte besonders sein, was Hann über die Höhe der Atmosphäre sagt. Er kommt zu dem Schlusse, dass dieselbe auf alle Fälle in 200—300 km Höhe noch dicht genug ist, um die sie durchschneidenden Meteore zum Glühen zu bringen, um das Sonnenlicht in merkbarer Weise zu absorbieren und elektrische Erscheinungen zu ermöglichen, während für klimatische und rein meteorologische Erscheinungen so grosse Höhen

nicht mehr in Betracht kommen dürften, d. h. dass dahin gehörige Vorgänge, Wolkenbildungen, bemerkbare auf- und absteigende Luftströme u. s. w. sich in wesentlich geringeren Höhen abspielen. In der Höhe von 100 km würde der Luftdruck nur mehr 0,0012 mm betragen. Die physikalischen Eigenschaften der Atmosphäre werden eingehender besprochen, namentlich das Lichtreflexionsvermögen, die Wärmeabsorption und die selektive Absorption des Lichtes, welche sich wieder nach dem verschiedenen Gehalt an accessorischen Bestandteilen richtet. Der mechanischen Beimengungen, namentlich des Staubes, thut Hann besonderer Erwähnung, weil durch denselben die Kondensationsvorgänge des Wasserdampfes nach einigen Meteorologen bedingt sein sollen. Die Untersuchungen Aitkens haben gezeigt, dass in einem Kubikcentimeter Luft selbst nach einem Regen noch 32000 Staubpartikelchen enthalten sein können, während in demselben Volumen in einem Zimmer, in dem zwei Gasflammen brannten, zwischen 2 und 5 Millionen nachgewiesen werden konnten, je nachdem die Probe in Tischhöhe oder an der Decke genommen wurde. Auf hohen Bergen und über dem Meere ist natürlich die Luft viel reiner (à Kubikcentimeter ca. zwischen 100—1000 Staubpartikelchen). Ein drittes Kapitel der Einleitung befasst sich mit den Wärmequellen für die Erdatmosphäre. Als ohne irgend wahrnehmbare meteorologische Wirkung wird die Sternstrahlung und die Strahlung des Mondes kurz besprochen, sodann diejenige, welche das Erdinnere liefern kann und schliesslich als weitaus alle anderen überwiegend die Sonnenstrahlung in ihrer quantitativen Wirkung eingehend behandelt. Die besten Bestimmungen der sogenannten Solarkonstante lieferten die Werte Forbes: 2.82, Hagen: 1.90, Violle: 2.54, Langlay: 3.07, Savelief: 3.47 und Angström: 4.00. Der Verfasser glaubt, dass diese Konstante etwa zu 3.00 anzunehmen sei, welchen Wert er auch späteren Betrachtungen meist zu Grunde legt.

Buch I ist den „Temperaturverhältnissen der festen und flüssigen Erdoberfläche und der Atmosphäre" gewidmet. Im ersten Kapitel wird der tägliche und jährliche Gang der Sonnenstrahlung untersucht, im zweiten deren Wirkung auf die Wärmeverhältnisse der Erdoberfläche und zwar zunächst die tägliche Variation derselben, während ein 3. Kapitel den jährlichen Gang der Temperatur behandelt. Es mag hier bemerkt werden, dass die tägliche Temperaturvariation schon in 1 m Tiefe unter dem Erdboden unmerklich wird, während die jährliche bis etwa 20—25 m wahrnehmbar bleibt, schwankend je nach der Art des Bodens, der Temperaturamplitude an der Oberfläche und ihrer Bedeckung durch Wald u. s. w. Ebenso ist natürlich der Fortpflanzungskoeffizient für die Wärme im Boden von solchem Unterschiede abhängig; in runder Zahl giebt Hann dafür 0.22. Die Tiefen, bis zu welchen sich die Wärmeänderungen an der Oberfläche mit einer bestimmten Amplitude fortpflanzen, sind proportional den Quadratwurzeln aus den Produkten der Wärmeleitungsfähigkeit in die Dauer der Temperaturperiode. Als Temperaturextreme auf der Erde überhaupt dürften anzunehmen sein $+ 50^0$ (Arabien, Sahara, Inner-Kalifornien, Inneres von Australien) und $— 70^0$ (die Gegend von Werchojansk-N.E-Asien).

Die Verteilung der Temperatur nach Tages- und Jahreszeiten wird durch zahlreiche Kurven und andere graphische Darstellungen (Isopleten) vorzüglich zur Anschauung gebracht; überhaupt möchte Ref. gleich hier bemerken, dass auch in den anderen Teilen des Buches den graphischen Methoden der Darstellung sowohl durch eigene Benutzung, als auch durch stete Erwähnung derselben das Wort geredet wird. Ein Vorgehen, welches gerade bei der Bearbeitung meteorologischer Daten noch lange nicht allgemein genug gewürdigt wird.

Die Frage der Veränderlichkeit der Temperatur (und damit des Klimas) in längeren Perioden wird hier schon berührt und besonders der jährliche Verlauf der Temperatur, wie er sich in den Mitteln aus 100 und mehrjährigen Perioden kundgiebt. Interessant ist dabei, dass die Kälterückfälle im Mai, die sogenannten „Eismänner" weder in Paris, noch in Wien und Breslau zur Evidenz kommen, vielmehr um die Mitte des Juni ein viel allgemeinerer Rückschlag der Temperatur stattzufinden scheint.

Das nächste Kapitel behandelt die unperiodischen Temperaturänderungen, und das 5. Kapitel die Temperaturverteilung in der Atmosphäre in vertikaler Richtung. Dieses interessante Thema ist sehr eingehend behandelt. Es ist aber im Rahmen dieser Besprechung nicht möglich, auf Einzelheiten einzugehen, erwähnt mag hier nur werden, dass die Abnahme der Temperatur mit der Höhe sich in den verschiedenen Schichten der Atmosphäre zu 0.4^0 pro 100 m für Gebiete mit langsamer Zunahme der Landerhebung, 0.5^0 für gebirgige Gegenden und 0.7^0 für die freie Atmosphäre bis zu den Höhen von 8—9000 m angenommen werden kann; in grösseren Höhen nähert sich diese Zahl aber immer mehr der für die adiabatische Wärmezunahme gültigen von 1^0 pro 100 m.

Auch der anormalen Wärmeverhältnisse der Atmosphäre ist natürlich nach lokaler und klimatologischer Ursache Erwähnung gethan. Die Beobachtungen auf den erst kurze Zeit bestehenden Höhenstationen sowohl wie namentlich die systematischen Ballonfahrten haben in

diesen Richtungen reiches und zuverlässiges Material geliefert. Der Besprechung der der Erde in den verschiedenen geographischen Breiten theoretisch und thatsächlich zukommenden Wärmemenge schliessen sich einige Erörterungen über die Temperaturverhältnisse der hohen Luftschichten an, die sich besonders mit den in der Cirrusregion herrschenden Strömungen und periodischen Veränderungen beschäftigen.

Das II. Buch ist dem Luftdruck gewidmet und behandelt in vier einzelnen Kapiteln das, was man unter Luftdruck überhaupt versteht, sowie die Instrumente zu seiner Messung. Die verschiedenen Barometerkonstruktionen werden beschrieben und in ihrem Gebrauch erläutert.[1]) Weiterhin wird die Verteilung des Luftdruckes in vertikaler und horizontaler Richtung untersucht. Die Abnahme desselben mit der Höhe, die darauf gegründeten Höhenmessungen u. s. w. werden hier namentlich in ihrem Zusammenhang mit der Oberflächenkonfiguration und den Temperaturverhältnissen besprochen, und sodann wird die Verteilung im horizontalen Sinne, die Isobaren und die Abhängigkeit von der geographischen Breite erläutert. Auch hier unterstützen zahlreiche graphische und tabellarische Darstellungen das Verständnis des beigebrachten Materials. Das 3. Kapitel ist den jährlichen und täglichen Schwankungen und Perioden des Luftdrucks gewidmet. Von näheren Details des reichen Inhalts muss auch hier abgesehen werden, nur die Extreme der beobachteten Barometerstände (im Meeresniveau) mögen noch angeführt werden; sie sind 689 mm und 809 mm. Ersterer wurde bei Gelegenheit eines Cyklons beobachtet, welcher über „False Point" 1885 am 22. September hinwegging, letzterer zu „Bernaul" am 23. Januar 1900. (Direkt 789.2 in 70 m Seehöhe; Meereshorizont 808.7 mm.)

Die absolute Schwankung kann danach etwa zu 120 mm angenommen werden. Diese letzeren den zufälligen und unperiodischen Luftdruckveränderungen angehörigen Daten sind dem 4. Kapitel entnommen, welches diesen Untersuchungen gewidmet ist.

Besonders umfangreich ist das III. Buch, welches den Wasserdampfgehalt der Atmosphäre und die Kondensationsprodukte bespricht. In ebenfalls vier Kapiteln werden der Reihe nach der „atmosphärische Wasserdampf in Gasform", „die Erscheinungsformen des kondensierten Wasserdampfes" (die Ursachen der Kondensation und die verschiedenen Niederschlagsformen), „die Wolken nach Form und Häufigkeit" und schliesslich nochmals in einem besonderen Kapitel „Regen, Schnee, Graupeln und Hagel" nach Menge, täglichen und jährlichen Perioden u. s. w. behandelt. Als besonders bemerkenswert dürfte daraus zu entnehmen sein, dass die Regentropfen jetzt thatsächlich allgemein als „Tropfen" erkannt sind, gegenüber der früheren Annahme, dass es „Bläschen" seien. Über die Bestimmungen der Höhe der Wolken im allgemeinen als auch derjenigen der einzelnen Formen ist ein umfangreiches Material beigebracht, aus dem hervorgeht, dass eine untere Grenze dafür wohl nicht existiert, dass aber Höhen über 15 km sehr selten sein dürften. Der Verfasser bringt ausgedehnte Tabellen für die gesamte räumliche Verteilung der Wolken nach Orten, Höhen und Formen geordnet, bei. Ein klimatologisch wichtiges Element ist die mittlere Dauer des Sonnenscheins für einen Erdort; auch darüber giebt eine Tabelle eingehend Auskunft (S. 294). Die verschiedenen Formen des Niederschlags, über deren Benennung noch mannigfache Unsicherheit besteht, werden genau identifiziert und ihre Entstehung erklärt, ebenso der Zusammenhang derselben mit den Temperaturverhältnissen der Luft und der Erdoberfläche. Besonders mag hier auf die beiden Lichtdrucktafeln, welche charakteristische Hagelkörner darstellen, sowie auf die wunderschönen Darstellungen einer Nebeldecke, gesehen von Mt. Tamalpais bei St. Francisco, aufmerksam gemacht werden. Interessante Daten bringt Verfasser über die Verteilung der Regenmengen bei, die durch die Beigabe der Supanschen Regenkarte der Erde wesentlich übersichtlicher gestaltet werden. Die grösste beobachtete Regenmenge innerhalb eines Jahres scheint an den Westhängen des Himalaya-Gebirges zu fallen (Cherapunji, Assam: 1179 cm als Mittel aus etwa 40 Jahren). Die Erscheinungen der Luftbewegung sind im IV. Buche behandelt; sie beziehen sich auf die Entstehung, die Stärke und Geschwindigkeit sowie Verschiedenheit der Windphänomene mit der Höhe und mit der lokalen Konfiguration der Erdoberfläche. Ein zweites Kapitel behandelt die tägliche und jährliche Periode der Winde für einen Erdort, ein drittes die wichtigen dynamischen Bedingungen für die Luftströmungen im allgemeinen, während in einem 4., 5. und 6. Kapitel die gewonnenen Sätze auf die Erklärung der verschiedenen Strömungen (Land- und Seewinde, Monsumwinde) sowie auf den grossen allgemeinen Austausch der Luftmassen zwischen Äquator und Polargegenden angewandt werden.

Die Ableitung der barischen Windgesetze, ihre Verwertung für die Wettervorhersage u. s. w. finden hier ihren Platz. Besonderes Interesse dürften hier ausser den beigebrachten physikalischen Daten, welche eine grosse Anzahl verschiedener Luftströmungen bedingen, die Bearbeitungsmethoden für die Windverhältnisse

1) Der Ausdruck „luftverdünnte Metalldose" dürfte nicht sehr passend gewählt sein.

an einem Orte beanspruchen. Die grössten Windgeschwindigkeiten werden in den tropischen Wirbelstürmen beobachtet, wobei bis über 50 m pro Sekunde sogar als Mittel für die Dauer von 10—20 Minuten gemessen worden sind, was einem Drucke von über 300 km pro Quadratmeter entspricht.

Das bei weitem umfangreichste Buch V ist den atmosphärischen Störungen gewidmet. Es zerfällt in 6 Kapitel, von denen die zwei ersten den allgemeinen Witterungserscheinungen, ihren Ursachen und ganz besonders ihrem Zusammenhang mit den Luftbewegungen und dem Verlauf der barometrischen Maxima und Minima gewidmet sind. Auf dieses umfangreiche Gebiet hier näher einzugehen, ist nicht möglich, es mag nur bemerkt werden, dass der Verfasser besonders die klimatologischen Folgen der Bewegungen der grossen Depressions- und Hochdruckcentren hervorhebt. Eine grössere Anzahl typischer Wetterkarten erläutert die im Text beigebrachten Daten. Besonders erwähnt werden die Karten der Deutschen Seewarte, die Hoffmaierschen synoptischen Karten und des Signal office in Washington. Das 3. Kapitel behandelt die Wirbelstürme und Tornados spezieller als das früher geschehen ist und besonders deren Zugstrassen. Eine sehr hübsche Abbildung einer Wasserhose an der nordamerikanischen Küste giebt auch von dieser auffallenden Erscheinung eine vorzügliche typische Vorstellung. Im 5. Kapitel werden die höchst interessanten Erscheinungen des „Föhns", der „Bora" und des „Mistral" besprochen. Es ist dieses gerade ein Gebiet, auf welchem der Verfasser als besondere Autorität gilt, dementsprechend ist natürlich auch der Inhalt dieses Kapitels beschaffen. Namentlich der Föhn ist keineswegs an bestimmte Gegenden der Erde gebunden, sondern nur die Gebirgsformation scheint dabei massgebend zu sein. Auch die Polarregionen besitzen ihre Föhnwinde, welche dort natürlich unter modifizierten äusseren Formen, aber dem Wesen nach in ganz gleicher Weise auftreten, wie Ref. aus eigener Erfahrung in mehreren Fällen bestätigen kann. Das 6. Kapitel endlich ist den vielfachen atmosphärischen Erscheinungen gewidmet, bei denen die Elektrizität eine Rolle spielt, also den Gewittern, dem stets vorhandenen elektrischen Zustand der Atmosphäre und den Verschiedenheiten der elektrischen Ladung der Luft, je nach der Höhe derselben und dem Einfluss der Induktion von Wolken und Erdoberfläche. Das Wesen des Blitzes, die verschiedenen Formen desselben (sehr hübsche Blitzphotographien), das Zustandekommen des Donners, der St. Elmsfeuer, sowie das Verhalten der übrigen meteorologischen Elemente bei einem Gewitter werden in einem Abschnitte besprochen. Weiterhin kommen die Häufigkeit, die periodischen Erscheinungen der Gewitter und sodann die Begleiterscheinungen bei einem Gewitter zur Sprache (Gewitterböen, Hagel u. s. w.).

Den Schluss des, wie man sieht, höchst umfangreichen Werkes bildet ein Anhang, welcher wie oben schon bemerkt, die wesentlichen mathematischen und physikalischen Theorien der Meteorologie enthält und die rechnerischen Grundlagen für den mathematischen Ausdruck derselben beibringt. Es mag hier nur kurz noch erwähnt werden, dass in diesem Anhang die Bearbeitung meteorologischer Beobachtungen auf Grund von Reihenentwicklungen, die Theorien der Wärmeverteilung im Erdboden sowohl, als in der Atmosphäre gelehrt wird. Die barometrische Höhenmessung ist ausführlich besprochen mit Rücksicht auf die theoretische und thatsächliche Verteilung der Temperatur mit der Höhe. (Diskussion der auf verschiedenen Wegen erhaltenen Ballonhöhen.)

Die Darstellung des Gebotenen ist durchwegs eine vorzügliche, nur wäre vielleicht bei einer wiederholten Drucklegung auf die Vermeidung einiger unangenehmer Druckfehler besondere Aufmerksamkeit zu richten. Z. B. befindet sich gleich auf der Seite mit der Widmung die Jahreszahl für die Dauer des Direktorates des Verfassers an der k. k. Centralanstalt falsch angegeben. L. Ambronn.

(Eingegangen 27. November 1901.)

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Professor Karl Heun-Berlin wurde zum ordentlichen Professor der theoretischen Mechanik an der Hochschule zu Karlsruhe, der Professor an der Technischen Hochschule Geh. Regierungsrat Dr. Adolf Slaby zum ordentlichen Honorarprofessor in der philosophischen Fakultät der Friedrich-Wilhelms-Universität, Professor E. Meyer von der Technischen Hochschule zu Berlin im Nebenamt zum ausserordentlichen Professor für technische Physik an der Universität Berlin ernannt.

In Halle a/S. habilitierte sich Dr. P. Köthner für Chemie.

Professor Dr. O. Knoblauch von der Universität Leipzig erhielt einen Ruf als ausserordentlicher Professor für technische Physik an die Technische Hochschule München.

Professor Hittorf wurde zum Ehren-Dr. Ing. der Technischen Hochschulen zu Berlin und zu Hannover ernannt.

Geh. Regierungsrat Professor Dr. Weeren von der Technischen Hochschule zu Berlin feierte seinen 70. Geburtstag.

Für die Redaktion verantwortlich Professor Dr. H. Th. Simon in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.